
Aus der Klinik für Herz-,Thorax-und Gefäßchirurgie der Friedrich Schiller Universität Jena

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Thorsten Wahlers

Dissertation

Ergebnisse der operativen Revaskularisation von Patienten mit Koronarer Herzerkrankung durch das Verfahren des Minimal Invasiven Direkten Koronararteriellen Bypasses (MIDCAB)

Zur Erlangung des akademischen Grades doctor medicinae (Dr.med.)

vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät der

Friedrich-Schiller-Universität Jena

von

Mareike Sausemuth

geboren am 09.04.1981 in Sondershausen/Thüringen

Betreuer: Herr PD Dr. Johannes M. Albes

Gutachter:

1.

2.

3.

Tag der öffentlichen Verteidigung:

INHALTSVERZEICHNIS

I. INHALTSVERZEICHNIS

I.	INHALTSVERZEICHNIS	I
II.	ZUSAMMENFASSUNG.....	VII
1.	Einleitung	1
1.1	Epidemiologie der koronaren Herzkrankheit	2
1.2	Anatomie des Herzens und der Koronargefäße	2
1.3	Myokardiale Versorgung des Herzens	3
1.4	Pathogenese der KHK und Beschwerdebild beim Patienten.....	4
1.5	Hämodynamik von Koronarstenosen	6
1.5.1	Nichtinvasive Diagnostik	7
1.5.1.1	Ergometrie und Ultraschall.....	7
1.5.1.2	Myokardszintigraphie	7
1.5.1.3	Positronen-Emissionstomographie	8
1.5.1.4	Magnetresonanz-Koronarangiographie.....	8
1.5.1.5	Elektronen-Beam CT	9
1.5.2	Invasive Diagnostik	9
1.5.2.1	Koronarangiographie	9
1.5.2.2	Intraventrikulärer Ultraschall	9
1.6	MIDCAB (Minimal -Invasiver Direkter Koronararterieller Bypass)	10
1.6.1	Entwicklung der minimal - invasiven Bypasschirurgie	10
1.6.1.1	Von der Herz-Lungen Maschine zur Operation am schlagenden Herzen	12
1.6.1.2	Vergleich des Einsatzes von Temporary intraluminal shunts (Tils) mit der Tourniquet-Methode bei der Anastomosierung LIMA-RIVA.....	13

1.6.2	Patientenauswahl für MIDCAB und Kontraindikationen	14
1.6.3	Heutiger Stand und Zukunft von minimal - invasiver Bypasschirurgie und MIDCAB - Methode	15
1.6.3.1	Port Access Systeme in der Koronarchirurgie.....	16
1.6.3.2	Octopus-Stabilisator-System.....	16
1.6.3.3	TECAB (total endoskopischer koronararterieller Bypass)	16
1.6.3.4	T-MIDCAB.....	17
1.6.3.5	Xiphoid Verfahren	17
1.6.3.6	ACAB (Awake coronary artery bypass grafting).....	18
1.6.3.7	Molekularbiologische Verfahren.....	18
1.7	Ziele der Arbeit.....	18
2.	Patienten und Methoden	20
2.1	Patienten	20
2.1.1	Koronare Herzerkrankung im Patientenkollektiv	21
2.1.2	Beurteilung des Operationsrisikos mittels Euroscore	21
2.2	Methoden	22
2.2.1	Operationstechnik	22
2.2.2	Beschreibung des Studienablaufes.....	23
2.2.2.1	Erhebung des operativen und postoperativen Verlaufes in der Klinik	23
2.2.2.2	MIDCAB - Evaluation aus Patientensicht.....	23
2.2.2.3	Rehabilitationsverlauf der Patienten anhand klinischer Parameter	24
a)	NYHA Stadium	24
b)	Ergometrie.....	25
c)	Echokardiographie	25
d)	Ruhe-EKG.....	26

2.2.2.4	Darstellung des A. mammaria Bypasses in der Koronarangiographie	26
2.2.3	Statistische Methoden	27
3.	Ergebnisse	28
3.1	Präoperativer Status der Patienten	28
3.1.1	Vorerkrankungen in der Patientengruppe	28
3.1.2	Koronare Herzerkrankung im Patientenkollektiv	31
3.1.2.1	Risikofaktoren für KHK.....	31
3.1.2.2	Präoperative Intervention am RIVA.....	32
3.2	Operativer Eingriff mittels MIDCAB- Technik	33
3.2.1	Geschlechtsspezifische Verteilung des Euroscores zur präoperativen Beurteilung des Operationsrisikos.....	33
3.2.2	Verteilung der Stenosegrade des RIVA und der Ejektionsfraktion in der Patientengruppe.....	34
3.2.3	Einsatz von Temporary intraluminal shunts (Tils) und Tourniquets (Tq) in der Patientengruppe	36
3.2.4	Komplikationen unter der Operation.....	37
3.2.4.1	Komplikationen während und nach dem Eingriff.....	37
3.2.4.2	Komplikationen bei der Identifikation der Anastomosengefäße ...	38
3.2.5	Postoperative Komplikationen.....	41
3.2.6	Operativ und postoperativ aufgetretene Komplikationen im Verhältnis zum Operationsrisiko.....	42
3.2.7	Darstellung zeitlicher Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt	44
3.3	Evaluierung der Operationsmethode durch die Patienten	45
3.3.1	Schmerz.....	46
3.3.1.1	Schmerzstärke in Abhängigkeit von der Wundheilung	46
3.3.1.2	Lokalisation des postoperativen Schmerzes	47

3.3.1.3	Dauer des postoperativen Schmerzes	47
3.3.2	Wundheilung	48
3.3.2.1	Dauer der Wundheilung	48
3.3.2.2	Aktuelle Schmerzen im Wundgebiet	50
3.3.2.3	Beeinträchtigungen im Alltag durch die Wundnarbe	50
3.3.2.4	Wundheilung in Abhängigkeit vom Body Mass Index	51
3.3.3	Soziale Aspekte	53
3.3.3.1	Abhängigkeit des Genesungsverlaufes von der seelischen Belastung nach dem Eingriff	53
3.3.3.2	Abhängigkeit der vollständigen Heilung vom Alter der Patienten	54
3.3.3.3	Veränderung der Belastbarkeit im Alltag nach dem Eingriff	55
3.3.3.4	Dauer bis zur Wiederherstellung des körperlichen und psychischen Gleichgewichtes	56
3.3.4	Gesamteinschätzung	56
3.4	Beurteilung der kardialen Funktion der Patienten nach der Rehabilitation	57
3.4.1	Aktuelle Beschwerden	57
3.4.1.1	Allgemeinzustand und NYHA Stadium	57
3.4.1.2	Angina pectoris	58
3.4.1.3	Weitere Beschwerden	59
3.4.2	Echokardiographie - Vergleich von präoperativer und postoperativer Ejektionsfraktion	59
3.4.3	Ergometrie	61
3.4.3.1	Leistung der Patienten bei der Fahrradergometrie	61
3.4.3.2	Probleme während der Belastung	62
3.4.4	Ruhe-Elektrokardiogramm	63
3.5	Darstellung des A. mammae Bypasses in der Koronarangiographie	64

4. Diskussion der Ergebnisse	67
4.1 Präoperativer Status der Patienten	67
4.1.1 Vorerkrankungen der Patienten: Auswirkung auf postoperative Komplikationen.....	67
4.1.2 Risikofaktoren	68
4.1.3 Präoperative Intervention an den Koronargefäßen	69
4.2 Diskussion des operativen Eingriffes in MIDCAB-Technik	70
4.2.1 Evaluierung des operativen Risikos mittels Euroscore-System.....	70
4.2.2 Stenosegrade des RIVA und Ejektionsfraktion in der Patientengruppe	71
4.2.3 Einsatz von Temporary intraluminal shunts und Tourniquets in der Patientengruppe	72
4.2.4 Operative und Postoperative Komplikationen	73
4.2.5 Diskussion der zeitlichen Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt	78
4.3 Diskussion der Patientenevaluierung	80
4.3.1 Schmerzaspekt	80
4.3.2 Wundheilung	81
4.3.3 Soziale Aspekte	82
4.3.4 Gesamteinschätzung	84
4.4 Diskussion der kardialen Funktion nach Rehabilitation	84
4.5 Diskussion der Koronarangiographie	86
4.5.1 Offenheitsrate des Bypasses im Patientenkollektiv	88
4.5.2 Offenheitsrate von A. mammaria Bypässen	88
5. Schlussfolgerung.....	89
III. LITERATURVERZEICHNIS	i
IV. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	xiii
V. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	xv

VI.	TABELLENVERZEICHNIS.....	xvii
VII.	ANHANG	xix
	1. Patientenfragebogen	xix
	2. Fragebogen zum postoperativen Verlauf für die behandelnden Ärzte	xxvii
	3. Euroscorefragebogen zur Bestimmung des Operationsrisikos	xxix
VIII.	DANKSAGUNG.....	xxxii
IX.	EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG.....	xxxiii
X.	LEBENS LAUF.....	xxxiv

II. ZUSAMMENFASSUNG

Die koronare Herzerkrankung ist mit mehr als 340.000 Todesfällen pro Jahr, 85.000 Fälle allein durch tödliche Herzinfarkte, die häufigste Todesursache in Deutschland. Seit den 70er Jahren gibt es Bestrebungen, die Eingriffe am Herzen und an den Koronargefäßen weniger invasiv zu gestalten, um den Patienten Verfahren mit einer niedrigeren Komplikationsrate und der Chance auf eine schnellere Rehabilitation zu bieten. Diese Bestrebungen ebneten den Weg für das Verfahren des Minimal - Invasiven Direkten Koronararteriellen Bypasses (MIDCAB), das erstmals von Benetti et al. im Jahr 1995 erfolgreich angewandt wurde. Diese Technik ermöglicht durch die Vermeidung der extrakorporalen Zirkulation und den Zugang über eine 5 cm bis 10 cm große laterale Thorakotomie eine Minimierung des operativen Traumas für den Patienten.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss dieses modernen Therapieverfahrens auf die Rehabilitation und die Lebensqualität der Patienten untersucht.

Im Rahmen der klinischen Studie wurden 84 Patienten mit einer koronaren Herzerkrankung (KHK), die sich von November 1999 bis Juli 2002 in der Herz-Thorax-und Gefäßchirurgie der Friedrich Schiller Universität Jena einer Operation nach dem Minimal-Invasiven Direkten Koronararteriellen Bypassverfahren unterzogen haben, in Bezug auf das operative und postoperative Outcome sowie den Genesungsverlauf und die Lebensqualität untersucht.

Der Eingriff verlief für die überwiegende Zahl der Patienten ohne Komplikationen (78,6%), wobei eine Konversion zur konventionellen Verfahrensweise bei 5,9% der Patienten nötig war. Während des postoperativen Verlaufes traten bei 53,6% der Patienten keine Komplikationen auf. Bei 46,4% traten temporäre Beschwerden auf. Zwei Patienten (2,4%) verstarben noch während des Krankenhausaufenthaltes aufgrund schwerwiegender Probleme des Respirationstraktes. Hinsichtlich des präoperativ mithilfe des Euroscoresystems erhobenen Operationsrisikos, waren keine Unterschiede insbesondere bei den postoperativen Komplikationen der Patienten mit hohem Risiko ($ES \geq 5$) und geringem Risiko ($ES \leq 4$) festzustellen.

Eine subjektive Einschätzung der Operation nahmen 71 Patienten vor, von denen insgesamt 88% den Eingriff mit gut bis sehr gut bewerteten. Bei 69% der Patienten war eine schnelle Rehabilitation innerhalb von 2 bis 4 Monaten und eine Verbesserung bei der Bewältigung von Alltagsbelastungen (73,2%) erfolgt und auch die psychische Beeinträchtigung im Rehabilitationsverlauf wurde überwiegend als gering (64,8%) eingestuft.

Bei 52 Patienten wurde der Erfolg des Genesungsprozesses aus ärztlicher Sicht eingeschätzt. Dabei wurde 78,8% der Patienten ein guter Allgemeinzustand bestätigt. Bei 79% der Patienten waren keine erneuten Angina pectoris Beschwerden aufgetreten. Die Ejektionsfraktion, die schon präoperativ bei 61,9% der Patienten größer 60% war, hatte sich bei den meisten der 52 Patienten postoperativ weiter verbessert. Eine adäquate Belastung im Alltag nach der Rehabilitation war aufgrund einer Ergometrieleistung ≥ 150 Watt bei 40,3% der Patienten möglich.

Die Offenheitsrate des A. mammaria Bypasses auf den R. interventricularis anterior konnte bei 15 Patienten koronarangiographisch ermittelt werden und betrug 93,3%.

MIDCAB kann somit als eine Alternative zur etablierten konventionellen Bypassoperation mit Herz-Lungenmaschine und Sternotomie, nicht nur für präoperativ streng selektionierte Patienten, sondern auch für Patienten mit einem erhöhten Operationsrisiko, angesehen werden. In Bezug auf die Stentimplantation kann die MIDCAB Intervention durch seine hervorragenden Offenheitsraten des arteriellen Bypasses und damit geringere Reinterventionsrate als eine Methode der Wahl bei der Behandlung der Eingefäßerkrankung gelten. Dennoch bietet die Stentimplantation immer noch die Vorteile der Narkosevermeidung, des noch geringeren Traumas und des sehr kurzen Krankenhausaufenthaltes. Die Entscheidung für einen primären MIDCAB Eingriff oder für eine Stentimplantation wird also auch in Zukunft zunächst für jeden einzelnen Patienten individuell getroffen werden müssen. Zu erwarten ist, dass MIDCAB in Zukunft vornehmlich für die Patienten in Frage kommt, die Restenosen nach zunächst erfolgreicher Intervention am RIVA entwickeln.

1. Einleitung

Die koronare Herzerkrankung ist mit mehr als 340.000 Todesfällen pro Jahr, 85.000 Fälle allein durch tödliche Herzinfarkte, die häufigste Todesursache in Deutschland **(Novotny et al. 2001)**.

Durch sehr genaue diagnostische Untersuchungen ist es heute möglich, Koronarstenosen früh zu erkennen und entsprechend zu therapieren (Abschnitt 1.5.1). Für die invasive Therapie stehen verschiedene Methoden zur Verfügung, so dass für jeden Patienten mit seinem speziellen Krankheitsprofil eine optimale Therapieform gefunden werden kann. Seit 1950 wird den Chirurgen durch den Einsatz der extrakorporalen Zirkulation und der Anwendung kardiopleger Lösungen das Operieren an den Koronargefäßen wesentlich erleichtert. Seit den 70er Jahren gibt es Bestrebungen, die Eingriffe am Herzen und an den Koronargefäßen weniger invasiv zu gestalten, um den Patienten Verfahren mit einer niedrigeren Komplikationsrate und der Chance auf eine schnellere Rehabilitation zu bieten. Diese Bestrebungen ebneten den Weg für das Verfahren des Minimal-Invasiven Direkten Koronararteriellen Bypass (MIDCAB), das erstmals von Benetti et al. im Jahr 1995 erfolgreich angewandt wurde. Bei dieser Operationsmethode wird die A.mammaria interna aus ihrem Gefäßbett mobilisiert und dann direkt auf den R. interventricularis anterior am schlagenden Herzen anastomosiert. Der Zugang erfolgt über eine kleine laterale Thorakotomie. Der Verzicht auf die extrakorporale Zirkulation und der Verzicht auf die mediane Sternotomie machen MIDCAB zu einer Operationsmethode mit geringer Invasivität. Das MIDCAB Verfahren hat sich heute einen festen Platz neben den bereits fest etablierten konventionellen Bypassverfahren erobert und der Trend in der minimal-invasiven Koronarchirurgie geht hin zu noch weniger Invasivität in Verbindung mit einem noch höheren technischen Anspruch, z.B. durch robotergestützte Verfahren (Abschnitt 1.6.3.).

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, aus den Ergebnissen der mittels MIDCAB revaskularisierten Patienten, einen Beitrag zur Beurteilung des Stellenwertes dieses modernen Verfahrens bei der Behandlung der koronaren Herzkrankheit zu leisten.

1.1 Epidemiologie der koronaren Herzkrankheit

Bei der Vielzahl von Bemühungen zur Optimierung der Behandlungsmöglichkeiten der KHK stellt sich die Frage, welche Bedeutung der koronaren Herzkrankheit heute in der Gesellschaft zukommt. Männer haben im Vergleich zu Frauen ein 3,3 mal höheres Risiko einen Myokardinfarkt zu erleiden, wobei sich die höhere Anzahl an Todesfällen bei den Frauen jenseits des 75. Lebensjahres aus ihrer höheren Lebenserwartung im Vergleich zu den Männern ergibt.

Die Daten des WHO MONICA Projektes, ausgehend vom Herzinfarktregister Augsburg für einen Beobachtungszeitraum von 11 Jahren, zeigen, dass sowohl die Herzinfarktmorbidität als auch die Mortalität je 100.000 Einwohner für Männer und Frauen signifikant um ca. 20% abgenommen hat (**Löwe et al. 1999**).

Die Auswertung der MONICA Studie im Hinblick auf Unterschiede in der Inzidenz der KHK in den 21 Ländern von 4 Kontinenten weisen auf eine deutlich rückläufige Inzidenz der KHK in den USA und einigen europäischen Ländern hin (**Hunink et al. 1997**). Auch hinsichtlich der Mortalitätsraten ergeben sich einige interessante Unterschiede. So zeigen sich fallende Raten in den westeuropäischen Ländern, bei steigenden Raten in den osteuropäischen Ländern. Rumänien verzeichnete beispielsweise nach 1989 eine Zunahme der Mortalität von 5-6% pro Jahr, während die westeuropäischen Länder durchschnittlich eine Rücklaufquote von 1-2,5% pro Jahr bei den 45-bis 74 jährigen Frauen und Männern aufweisen konnten (**Sans et al. 1997**).

1.2 Anatomie des Herzens und der Koronargefäße

Der Hauptstamm der linken Koronararterie verzweigt sich in den R. interventricularis anterior (RIVA) und in den R. circumflexus. Der RIVA versorgt die Vorderwand bis hin zur Herzspitze, er verläuft absteigend zwischen dem rechten und linken Ventrikel im Sulcus interventricularis anterior. Je nach Versorgungstyp und Verästelung werden mehr oder weniger große Bereiche des Septums und der Hinterwand des linken Ventrikels versorgt. Die Vorderwand des linken Ventrikels sowie die Herzspitze werden allerdings unabhängig vom Versorgungstyp immer vom RIVA versorgt (Abbildung 1 und Abbildung 2). Der Lumendurchmesser der Koronargefäße beträgt wenige Millimeter.

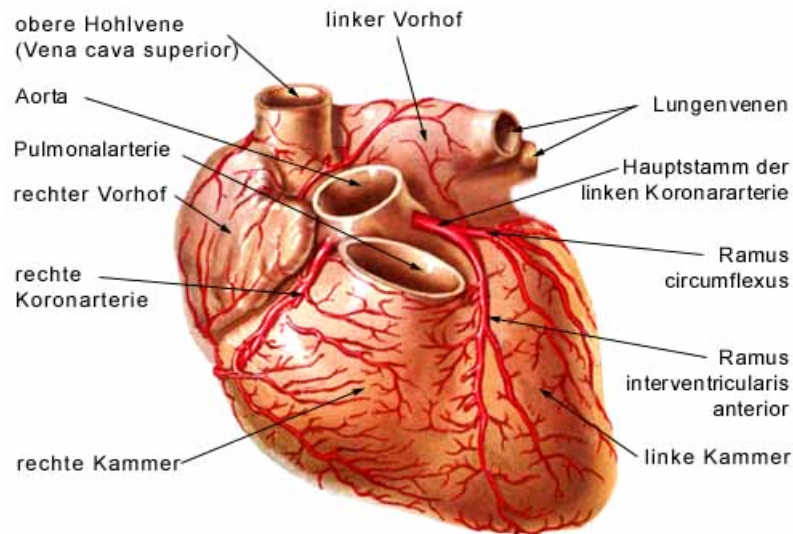


Abbildung 1: Verlauf der Koronargefäße am Herzen

Abbildung 1 zeigt den Verlauf des RIVA im Sulcus interventricularis anterior sowie den Verlauf der anderen Herzkranzgefäße aus sternokostaler Sicht (**Universität Mainz 2004**).

1.3 Myokardiale Versorgung des Herzens



Abbildung 2: Darstellung der verschiedenen Versorgungstypen des Herzens

Das Versorgungsgebiet der rechten Koronararterie ist in der Abbildung schwarz dargestellt, das Gebiet der linken Koronararterie weiß (RV= rechter Ventrikel; LV= linker Ventrikel).

Mit 80% ist der Normaltyp der häufigste Versorgungstyp am Herzen. Hierbei versorgt die linke Koronararterie die Vorderwand des linken Ventrikels sowie einen großen Teil des Kammerseptums, während die rechte Koronararterie den rechten Ventrikel

und die diaphragmale Hinterwand versorgt. Ausgehend von diesem Versorgungstyp unterscheidet man den Linksversorgungstyp und den Rechtsversorgungstyp. Die Bedeutung dieser Versorgungstypen tritt erst bei Verschluss einer Koronararterie in Erscheinung, denn ein Verschluss im proximalen Teil der linken Kranzarterie, vor Abgang der anderen Äste, kann bei einem Linkstyp einen kompletten Vorderwandinfarkt zur Folge haben (Witwenmacherstenose) (**Riecker 1991**).

Durch die erhöhte Durchblutung in den Innenschichten des Myokards ist der Sauerstoffbedarf dort am größten. Eine Myokardischämie manifestiert sich demzufolge zuerst im subendothelialen Myokard (**Herold 2003**).

1.4 Pathogenese der KHK und Beschwerdebild beim Patienten

Bekannte Ursache für die Entstehung einer koronaren Herzerkrankung ist die Arteriosklerose. Frühe Veränderungen an den Koronarien, im Sinne von so genannten fatty streaks, konnte man tatsächlich bereits bei 50 % der Kinder bis zum ersten Lebensjahr nachweisen und auch über das erste Lebensjahr hinaus (**Napoli et al. 1997**). Bei den fatty streaks handelt es sich um eine Akkumulation von Makrophagen, die mit Cholesterol gefüllt sind. Anhand dieser Beobachtung ergeben sich zwei Schlussfolgerungen, zum einen, dass solche Veränderungen sehr früh auftreten und zum anderen, dass diese Veränderungen bei Karenz von Risikofaktoren reversibel sein müssen (**Napoli et al. 1999, Berenson et al. 1998**). Bei einer Einwirkung entsprechender Risikofaktoren über Jahre hinweg, entstehen aus diesen frühen Veränderungen die fibrösen Plaques, auch als Atherome bezeichnet. Es handelt sich um eine Ansammlung von extrazellulärem Cholesterol und anderen Lipiden, Bindegewebsfasern, Glycoproteinen und glatten Muskelzellen, die aus der Media einsprossen. Das Zentrum der Plaques bilden die Lipide (**Till 1999**).

Zu den gesicherten Risikofaktoren für die KHK zählen unter anderem Hypercholesterinämie, Insulinresistenz, Hyperlipoproteinämie (a), Hypercysteinämie, Hypertonie, Stress, Zigarettenrauchen, männliches Geschlecht und Adipositas (androgener Typ). Bei der Homocysteinämie führt ein erhöhter Spiegel an Homocystein zu einer Endothelschädigung mit einer Blockade von LDL-Rezeptoren. Bei einem Homocysteinspiegel größer 12 µmol/l verdoppelt sich das Infarktrisiko. Lipoprotein (a) hemmt vermutlich die Fibrinolyse und wird in atherosklerotische

Plaques eingebaut. Eine therapeutische Beeinflussung dieses Risikofaktors ist bislang noch nicht möglich. Auch die Rolle von Infektionen sollte im Rahmen der multifaktoriellen Genese der Arteriosklerose nicht außer Acht gelassen werden. Als Erreger kommen *Helicobacter pylori*, CMV und *Chlamydia pneumoniae* in Betracht. Durch eine Senkung des Cholesterinspiegels sind sowohl die fatty streaks als auch die fibrösen Plaques reversibel, letztlich führt aber die Einlagerung von unlöslichen Kalziumsalzen in die Plaques zu Nekrosen und später zum Aufbrechen der Atherombeete. An den Aufbruchstellen kommt es zur Anlagerung von Thrombozyten und Fibrin mit Folge von Durchblutungsstörungen und Infarkten. Meist reichen dann schon kurze Phasen einer Hypercholesterinämie aus, um eine Plaque aufquellen zu lassen **(Till 1999)**. Da die Plaque, auf der sich der Thrombus bildet, oft klein und damit selbst hämodynamisch noch nicht wirksam ist, geht dem Herzinfarkt in ca. 50% der Fälle keine Angina pectoris voraus **(Stierle und Niederstadt 1999; Fuster et al. 1992)**.

Frühe Veränderungen an den Koronargefäßen bleiben meist asymptomatisch. Erst die zunehmende Verengung der Koronargefäße bis hin zur klinisch relevanten Stenose führt zur stabilen Angina pectoris, auch als Brustenge bezeichnet. Diese äußert sich als drückender Schmerz hinter dem Brustbein oder als Gefühl der gürtelförmigen Umschnürung des Brustkorbes. Der Schmerz kann auch in Hals, Zähne und Oberbauch sowie in den linken Arm und die linke Hand ausstrahlen, oft begleitet von Taubheitsgefühl. Als Auslöser kommen körperliche und psychische Belastungen, Kälte und Nahrungsaufnahme in Betracht. Ein Angina pectoris Anfall ist meist nur von kurzer Dauer und zeigt ein Ansprechen auf die Verabreichung von Nitraten.

Bei älteren Patienten und vor allem bei Diabetikern kann eine entsprechende Ischämie, im Sinne einer stummen Myokardischämie, unbemerkt bleiben.

Auch Patienten mit einer instabilen Angina pectoris weisen eine Verengung der Koronargefäße auf, allerdings besteht bei diesen Patienten ein Gleichgewicht zwischen Thrombusbildung und Thrombusauflösung. Die Folge ist zwar kein kompletter Gefäßverschluß, aber der aufgebrochene Plaque kann nicht ausreichend repariert werden. Bei diesem instabilen Zustand besteht stets die Gefahr der Thrombusablösung und damit des Myokardinfarktes.

Typisch für eine instabile Angina pectoris sind Ruheschmerzen in der Herzregion, erneute Beschwerden nach einer ungefähr zweimonatigen Beschwerdefreiheit sowie

die zunehmende Häufigkeit und Stärke von Angina pectoris Anfällen. Im Rahmen eines Anfalls kann es entweder zu einer Stabilisierung des Zustandes kommen oder zu einem Infarkt (**Leitlinien deutsche Gesellschaft für Kardiologie-, Herz-Kreislaufforschung 2004, AWMF Leitlinien KHK 2003**).

1.5 Hämodynamik von Koronarstenosen

Koronarstenosen, die sich im Rahmen der Arteriosklerose über Jahre hinweg ausgebildet haben, führen zu einer Einschränkung der Koronarreserve mit der Folge einer Koronarinsuffizienz, d.h. es besteht ein Missverhältnis zwischen myokardialem Sauerstoffangebot und dem Sauerstoffbedarf. Als Koronarreserve wird die Differenz zwischen Koronardurchblutung in Ruhe und der maximal möglichen Koronardurchblutung bezeichnet.

Die Einschränkung ist entsprechend abhängig von:

- Grad der Querschnittsminderung
- Länge der Stenose
- Anzahl und Lokalisation der Stenosen
- Anordnung der Plaques an der Gefäßwand
- Ausmaß zusätzlicher Thrombusbildung

Da der Gefäßwiderstand proportional zur Länge der Stenose ansteigt, sind langstreckige Stenosen hämodynamisch relevanter als kurzstreckige Stenosen. Bei hintereinandergeschalteten Stenosen addiert sich der Widerstand der einzelnen Stenosen. Ab einer Lumenverlegung von 50% werden Stenosen für die Hämodynamik bedeutsam. Hierbei kommt es zunächst zu einer regionalen Perfusionsstörung distal der Stenose.

Nach dem Gesetz von Hagen-Poiseuille verringert sich der Blutfluss mit der vierten Potenz in Abhängigkeit vom Gefäßradius. Bei einer Verengung von 50% sinkt der Blutfluss im Gefäß somit auf ein Sechzehntel. Man kann das Gesetz nur als grobe Annäherung sehen, da die Koronargefäße keine starren Gebilde sind und in ihnen auch keine laminare Strömung vorliegt.

Bei einer Stenose über 80% spricht man von einer kritischen Stenose, der Blutfluss ist auf ein Minimum reduziert. Eine weitere Verengung der Koronarien oder eine

Erhöhung des myokardialen Sauerstoffbedarfes würde letztendlich zu einer Erschöpfung der Koronarreserve führen. Am Ende steht die kritische Sauerstoffunterversorgung des Herzmuskels (**Renz-Polster und Braun 2001**).

1.5.1 Nichtinvasive Diagnostik

Der Bedarf an neuen und wenig invasiven Diagnostik- und vor allem Therapiemöglichkeiten auf dem Gebiet der Behandlung der KHK nimmt stetig zu.

1.5.1.1 Ergometrie und Ultraschall

Zu den nicht invasiven Verfahren gehören neben einer ausführlichen Anamnese zunächst die Ergometrie, die allerdings erst ab einem Stenosegrad von ca. 75% bei den Patienten zu Beschwerden und Veränderungen im EKG führt. Neben der Ergometrie ist auch der Ultraschall eine nichtinvasive Form der Diagnostik im Rahmen der KHK. Hierbei erlaubt es vor allem die Streßechokardiographie eine belastungsinduzierte lokale Minderperfusion beurteilbar zu machen. Die Streßinduktion kann zum einen mit einem speziellen Fahrrad erfolgen, auf dem der Patient, ähnlich wie bei der Ergometrie, Leistung erbringt oder mithilfe von Pharmaka wie Dipyridamol und Dobutamin (**Frank 1997**).

1.5.1.2 Myokardszintigraphie

Auch die Myokardszintigraphie dient der Primärdiagnostik der KHK, meist schließt sich zur Diagnosesicherung eine invasive Herzkatheteruntersuchung an. Zur Darstellung der myokardialen Perfusion werden Thallium-201 und Technetium 99^m verwendet. Allerdings findet man in Ruhe keine signifikante Änderung der Perfusion bei Stenosen unter 80% des Lumendurchmessers. Um dennoch eine sichere Aussage über die Perfusion treffen zu können, kann man auch hier die pharmakologisch induzierte Belastung über Adenosin und Dipyridamol oder die Ergometerbelastung nutzen.

Die Pharmaka bewirken einen 4- bis 5 fachen Anstieg des Blutflusses in normalen Koronarien. Bei stenosierten Gefäßen ist dieser Anstieg aufgrund der aufgehobenen

Koronarreserve wesentlich geringer. Die Sensitivität und Spezifität dieser Methode liegt bei 90% (**Herold 2003**).

1.5.1.3 Positronen-Emissionstomographie

Durch die relativ teure Positronen-Emissionstomographie ist eine Evaluierung des myokardialen Stoffwechsels möglich. Durch den Einsatz von ¹⁸F-2-Deoxyglucose (FDG) wird die Beurteilung von zwei charakteristischen Störungsmustern am Myokard ermöglicht. So kann man zwischen nicht mehr perfundierten Infarkt Narben und akinetischem, aber noch vitalem Myokard unterscheiden. Das sogenannte „Hibernating Myocardium“ oder auch „Myokard im Winterschlaf“ ist durch eine chronische Minderperfusion eines Stenosebereiches oder eines Infarktgebietes gekennzeichnet, damit die noch vorhandene Restperfusion für den Ruhestoffwechsel des Herzmuskels ausreicht. Für diese Bereiche besteht nach einer Revaskularisation, z.B. mittels Bypass-Chirurgie, die Chance der Wiederherstellung der Kontraktilität der betroffenen Bereiche in Abhängigkeit vom Grad der Vorschädigung.

Bei der zweiten Form der Störung handelt es sich um eine postischämische Funktionsstörung nach einer Ischämieperiode, z.B. einem akuten Myokardinfarkt, wobei bereits eine spontane oder interventionell herbeigeführte Reperfusion stattgefunden hat. Man bezeichnet diesen Zustand auch als „Stunning“ (**La Rosée und Baer 2004, Dilsizian und Bonow 1993**).

1.5.1.4 Magnetresonanz-Koronarangiographie

Eine neue Form der Diagnostik stellt die Magnetresonanz-Koronarangiographie dar. Sie ermöglicht eine nichtinvasive und strahlungsfreie Darstellung der Koronargefäße, wobei die LAD und die RCA sich zu 100% und der R. circumflexus zu 76%, in einer Studie mit 25 Patienten, abbilden ließen (**Manning et al. 1993**). In vivo wurden derartige Untersuchungen erstmals 1991 im Tierversuch erfolgreich durchgeführt (**Burstein et al. 1991**).

Auch die Beurteilung aortokoronarer Bypässe ist mittels MR-Technik durchführbar, vor allem die A. mammaria interna erscheint durch ihren geradlinigen Verlauf zur Thoraxwand sehr geeignet für eine derartige Untersuchung. So konnte eine

Sensitivität von 82-90% für die Darstellung offener Bypässe und eine Sensitivität von 72-85% für verschlossene Bypässe gezeigt werden (**White et al. 1988, Rubinstein et al. 1987**). Entsprechende Messungen wurden mit Erfolg auch an Mammaria-Bypässen vorgenommen (**Debatin et al. 1993**).

1.5.1.5 Elektronen-Beam CT

Großes Potential bei der Beurteilung der KHK stellt jetzt und auch in Zukunft das Elektronen-Beam CT dar. Durch diese Technik wird es möglich, Verkalkungen in den Koronargefäßen darzustellen, obwohl durch einen fehlenden Kalknachweis, eine Stenosierung nicht auszuschließen ist (**Detrano et al. 1996**).

1.5.2 Invasive Diagnostik

1.5.2.1 Koronarangiographie

Neben allen Möglichkeiten der nichtinvasiven Diagnostik stellt die Herzkatheteruntersuchung auch heute noch den Goldstandard in der Diagnostik der KHK dar. Durch Sones und Shirey war es erstmals 1960 möglich gewesen, die KHK in vivo zu diagnostizieren (**Sones und Shirey 1962**).

Bei allen Patienten, die sich in der Herz-,Thorax-und Gefäßchirurgie in Jena der MIDCAB Intervention unterzogen haben, wurde die Entscheidung zum Eingriff auf der Grundlage einer präoperativ angefertigten Koronarangiographie getroffen. Mittels Koronarangiographie können schon Verengungen von 40% nachgewiesen werden. Stenosen, die also noch keine hämodynamische Relevanz haben und die bei den Patienten auch noch keine Beschwerden verursacht haben.

1.5.2.2 Intraventrikulärer Ultraschall

Beim intraventrikulären Ultraschall handelt es sich um sehr sensitives Verfahren, dass es ermöglicht, einzelne Bestandteile der Plaques zu identifizieren. Verengungen ab 20% können so nachgewiesen werden.

1.6 MIDCAB (Minimal-Invasiver Direkter Koronararterieller Bypass)

Von 78 herzchirurgischen Zentren in Deutschland betreiben 62 eine minimal-invasive Chirurgie. Der Anteil der minimal-invasiven Eingriffe variiert von Klinik zu Klinik zwischen 5 und 30 Prozent.

Die Mehrzahl der Teams konzentriert sich dabei auf die Koronarchirurgie. Einen Eingriff stellt der minimal-invasive direkt koronararterielle Bypass dar (**Zylka-Menhorn 2000**).

1.6.1 Entwicklung der minimal-invasiven Bypasschirurgie

Erste Meilensteine in der Geschichte der Herzchirurgie stellten um 1950 die Entwicklung und Anwendung der extrakorporalen Zirkulation und der kardioplegen Lösungen dar. Diese Techniken ermöglichten den Chirurgen ein ruhigeres Operieren mit größerer Präzision. Allerdings dauerte es mehr als zwei Jahrzehnte um diese Techniken soweit zu verbessern, dass sie routinemäßig und sicher angewandt werden konnten. Probleme mit dem Stoffwechsel, der Lunge, Veränderungen im Blutbild, die Beeinträchtigung des Gehirns und Störungen der Herzfunktion während oder im Anschluß an den Eingriff trugen wesentlich zu dieser langen Entwicklungsphase bei (**Kirklin et al. 1983**).

Im Jahr 1962 wurde durch Sabiston die erste aortocoronare Bypassoperation mit einem Venenbypass durchgeführt und 1967 berichtete Kolessov über seine erste LIMA auf LAD Revaskularisation ohne kardiopulmonalen Bypass (**Endo 2000, Kolessov 1967**). Dennoch erfolgte 1977 zunächst ein Wechsel in der Behandlungsstrategie durch die Einführung der perkutanen transluminalen Koronarangioplastie (PTCA) durch Grüntzig. Mit der PTCA verband sich eine weniger invasive und damit für den Patienten weniger traumatische Behandlungsmethode. Die Ära der PTCA markiert den eigentlichen Beginn des Einsatzes minimal-invasiver Methoden. Allerdings konnte in der groß angelegten BARI Studie mit über 2000 Patienten gezeigt werden, dass sich beim Vergleich des Einsatzes von aortokoronarem Bypass und PTCA bei Patienten mit Mehrgefäßerkrankungen keine signifikanten Unterschiede im Überleben 5 Jahre nach der Intervention ergeben haben. Für Patienten mit Diabetes konnte für die operative Intervention hingegen ein signifikanter Vorteil im Überleben herausgestellt

werden (**BARI Investigators, 1996**). Durch Benetti et al. und Pfister et al. folgten dann weitere Studien über den aortokoronaren Bypass ohne Einsatz der extrakorporalen Zirkulation mittels Sternotomie. Die vielversprechenden Ergebnisse waren eine geringe Mortalität und Morbidität, ein geringerer Bluttransfusionsbedarf, geringere Kosten durch geringeren apparativen Aufwand und eine kürzere Hospitalisierungszeit (**Pfister et al. 1992; Benetti et al. 1991**). Der kardiopulmonale Bypass galt zu diesem Zeitpunkt immer noch als Goldstandard und die off-pump Technik wurde nur an hoch qualifizierten Zentren durch entsprechend spezialisierte Chirurgen angewandt. Demzufolge stieg die Nachfrage nach weniger traumatischen und leichter durchführbaren Eingriffen am Koronarsystem. So waren Benetti et al. 1995 die Ersten, die eine MIDCAB Operation durchführten und über eine kleine Thorakotomie sowie ohne extrakorporale Zirkulation die A. mammaria interna auf den RIVA anastomosierten (**Benetti et al. 1995**). Cameron et al. traten 1996 den Vergleich zwischen Venenbypass und A. mammaria interna Bypass an und kamen zu dem Schluß, dass die Entscheidung für einen Mammaria Bypass einen wichtigen positiven Vorhersagefaktor für das Überleben der Patienten darstellt (**Cameron et al. 1996**). Gleichzeitig wurde der Vorteil einer Anastomose mittels A. mammaria interna durch Loop beschrieben, der in seiner Veröffentlichung auf eine Verbesserung der Überlebensrate von 10-30% im Vergleich mit einem konventionellen Venenbypass verwies (**Loop 1996**).

Erste frühe Ergebnisse und Kritikpunkte der Intervention mittels lateraler Thorakotomie wurden 1997 durch Alessandrini et al. veröffentlicht. Seine Arbeitsgruppe bemängelte unter anderem den kurzzeitigen RIVA Verschluss während der Anastomosenherstellung und Probleme bei der Stabilisierung des RIVA (**Alessandrini et al. 1997**).

Den größten Erfahrungsbericht mit der neuen MIDCAB Technik lieferten Calafiore et al. im Jahr 1996. Bei einer Nachuntersuchung sechs Monate nach dem Eingriff waren 92,2% der 155 Patienten am Leben, asymptomatisch und in diesem Zeitraum waren auch keine kardialen Ereignisse aufgetreten. Die Ergebnisse wurden bereits erzielt, als noch keine speziellen Retraktoren zur Gefäßstabilisierung eingesetzt wurden (**Calafiore et al. 1996**).

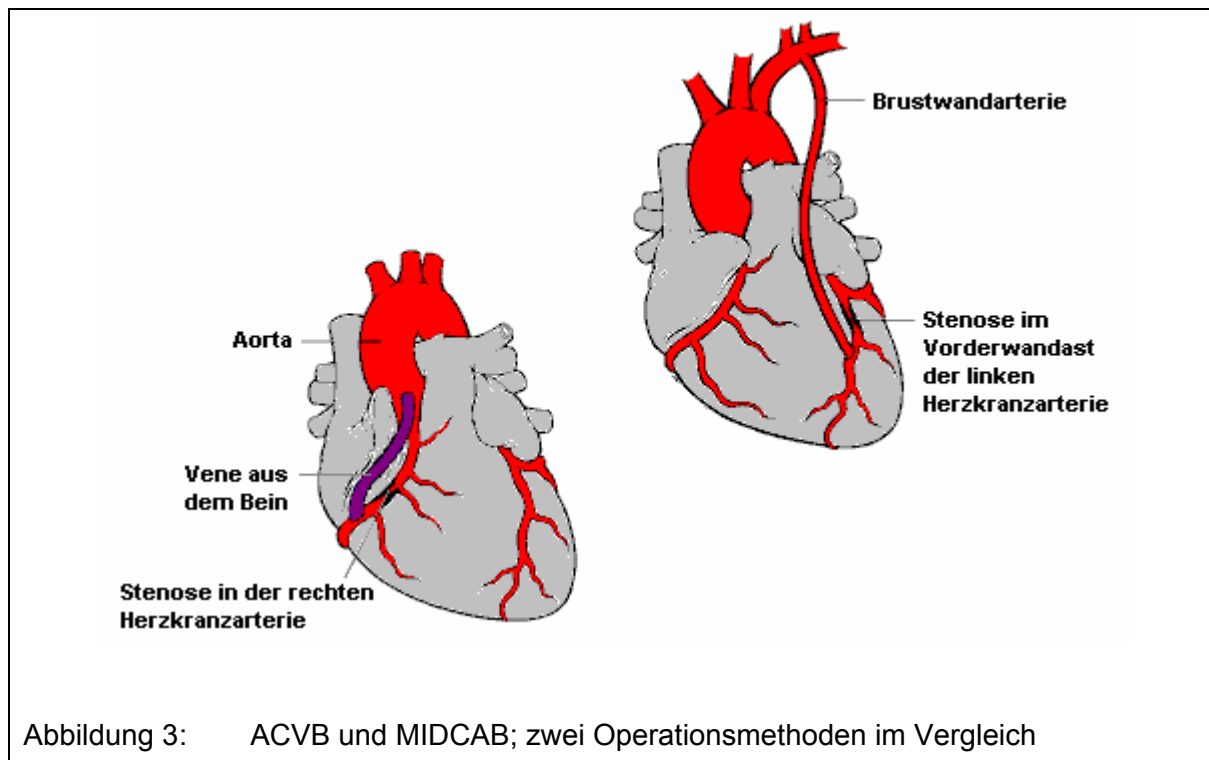


Abbildung 3 stellt zwei Interventionsmethoden an den Koronargefäßen schematisch dar. Die linke Abbildung zeigt eine konventionelle Methode mittels Aortokoronarem Venenbypass, während auf der rechten Abbildung die Anastomose zwischen RIVA und A. mammaria interna (MIDCAB) dargestellt wird (**Universität Köln 2004**).

1.6.1.1 Von der Herz-Lungen Maschine zur Operation am schlagenden Herzen

Die Rekonstruktion des RIVA mittels MIDCAB-Verfahren erfolgt am schlagenden Herzen mit entsprechenden Stabilisatoren, ohne Anwendung der Herz-Lungen Maschine. Die Anwendung dieser off-pump Technik in der Herzchirurgie, die man auch als „Beating-Heart“ Chirurgie bezeichnet, wird kritisch diskutiert. Zunächst ist herauszustellen, dass mit dem Begriff off-pump Technik alle Interventionen bezeichnet werden, die ohne Herz-Lungenmaschine durchgeführt werden, demzufolge auch die komplette Rekonstruktion der Koronarien über eine mediane Sternotomie (**Cremer et al. 2002**).

Die nachfolgend beschriebenen Sachverhalte treffen für die MIDCAB Technik ebenfalls zu, da auch hier ohne Herz-Lungen Maschine gearbeitet wird.

Durch die off-pump Technik können zwei wesentliche Nachteile der Herz-Lungen Maschine vermieden werden: die systemische Entzündungsreaktion, die auf der Aktivierung zellulärer und humoraler Entzündungsmediatoren nach Passage des Blutes durch den extrakorporalen Kreislauf basiert und die Entstehung von Mikroembolien durch Trümmer geschädigter Blutzellen (**Abu-Omar und Taggart 2002, Taggart und Westaby 2001**). Diese Entzündungsreaktion führt zu einer erhöhten Kapillarpermeabilität mit einer Flüssigkeitsansammlung im Gewebe. In Verbindung mit dem Auftreten von Mikroembolien kann dieser Zustand in ein Multiorganversagen übergehen (**Abu-Omar und Taggart 2002, Edmunds LH Jr. 1998**). So konnte in einer beide Verfahren vergleichenden Studie (off-pump versus on-pump) gezeigt werden, dass durch die off-pump Technik eine Verminderung der meisten Entzündungsmarker zu verzeichnen ist (**Ascione et al. 2000**). Die off-pump Technik fand bisher vor allem Anwendung bei Patienten mit niedrigem Operationsrisiko (**Angelini GD et al. 2002, van Dijk et al. 2002**). Letztendlich konnte aber noch keine definitive Überlegenheit der off-pump Technik bei Patienten mit niedrigem Operationsrisiko gezeigt werden, da sich die jeweils untersuchten Parameter in den beiden Gruppen nicht signifikant voneinander unterscheiden haben (**Rose 2003, Angelini GD et al. 2002, van Dijk et al. 2002**).

Allerdings hat sich gezeigt, dass die off-pump Technik eine Einsparung der Kosten gegenüber der on-pump Technik ermöglicht, dies nicht zuletzt wegen der kürzeren Krankenhausaufenthaltsdauer der Patienten (**Nathoe et al. 2003**).

Da diese Methode erst zu Beginn der neunziger Jahre etabliert wurde und auch jetzt erst ca. 20% der Operationen in off-pump Technik durchgeführt werden, fehlen Langzeitergebnisse, um signifikante Unterschiede zwischen diesen beiden Methoden, insbesondere auch im Hinblick auf MIDCAB, herausstellen zu können (**Mark und Newman 2002**).

1.6.1.2 Vergleich des Einsatzes von Temporary intraluminal shunts (Tils) mit der Tourniquet-Methode bei der Anastomosierung LIMA-RIVA

Eine Voraussetzung für das Knüpfen einer suffizienten Anastomose zwischen A. mammaria interna und RIVA ist eine kurzzeitige Unterbrechung der Blutzufuhr im RIVA bis kurz vor Beendigung der Naht.

Es existieren zwei Verfahren, die eine Blutleere im Anastomosenbereich gewährleisten. Mit der Verwendung von Tourniquets wird durch die distale und proximale Umschlingung des RIVA eine temporäre Ischämie im Herzmuskel erzeugt. Die Probleme die sich aus dieser Ischämie ergeben und ihre Einflussnahme auf das Operationsergebnis wurden in der Entwicklungsphase der MIDCAB Methode bereits von Alessandrini et al. bemängelt (**Alessandrini et al. 1997**).

Diese Ischämie kann man durch den Gebrauch von sogenannten Temporary intraluminal shunts (Tils) umgehen, da diese einen kontinuierlichen Blutfluß im Gefäß ermöglichen. Zunächst wurden die Temporary intraluminal shunts in der Transplantation von Venenbypässen auf alle drei Koronargefäße angewandt (**Rivetti und Gandra 1998**) und später auch zur Anastomosierung der A. mammaria interna genutzt (**Menon et al. 2002**).

1.6.2 Patientenauswahl für MIDCAB und Kontraindikationen

Durch den Zugang über eine Minithorakotomie ist der Eingriff Patienten mit einer Eingefäßerkrankung des RIVA vorbehalten.

Der Verzicht auf Herz-Lungen Maschine und Sternotomie ermöglicht es, dass sich auch alte Patienten mit einer entsprechenden Komorbidität diesem Eingriff unterziehen können.

Eine MIDCAB Operation ist nicht indiziert, wenn es sich beim RIVA um ein kleines oder sehr stark stenosiertes Gefäß handelt oder wenn andere behandlungsbedürftige Herzfehler vorliegen, z.B. Herzklappenfehler oder Aneurysmen der linken Ventrikelwand.

Ausnahmen für die Anwendung dieser Technik stellen außerdem Patienten mit einer strahleninduzierten Arteriosklerose der A. mammaria interna sowie Patienten mit einer ausgeprägten Arteriosklerose der A. brachiocephalica unter Einbeziehung der Aorta ascendens, der Karotiden und der Subclavia Arterien dar. Ebenso kann die Einnahme hoher Dosen an Vasokonstriktoren oder das Vorliegen eines Subclavian Steal Phänomens zum Ausschluß von einem solchen Eingriff führen. Weiterhin sollte die Möglichkeit einer drohenden Hypoperfusion bei Patienten bedacht werden, die bereits einen arteriosklerotisch veränderten Venenbypass besitzen, da die A. mammaria einen viel geringeren Lumendurchmesser aufweist als ein Venenbypass (**Bisbos et al. 2002, Loop 1996**).

1.6.3 Heutiger Stand und Zukunft von minimal-invasiver Bypasschirurgie und MIDCAB Methode

Im Jahr 2000 wurden 76000 Eingriffe an den Koronargefäßen vorgenommen, davon nur 931 als MIDCAB, 2616 als OPCAB Operationen (mit Sternotomie, aber ohne Herz-Lungenmaschine) und weniger als 100 Operationen als komplett endoskopische Eingriffe (**Cremer et al. 2002**). Der noch relativ geringe Anteil minimal-invasiver Eingriffe resultiert wohl zum einen aus dem hohen technischen Aufwand für endoskopische Eingriffe und aus dem hohen Anspruch an den Operateur, der entsprechend spezialisiert auf den Eingriff sein muß. Zum anderen kann mit der konventionellen MIDCAB Methode nur die Vorderwand revaskularisiert werden, so dass das Patientenkollektiv für den MIDCAB Eingriff eingeschränkt ist. Dies mag mit ein Grund dafür sein, dass MIDCAB immer wieder mit der PTCA verglichen wird, die noch weniger invasiv ist, als alle chirurgischen Interventionsmöglichkeiten. Bisher konnten aber keine signifikanten Unterschiede im Ergebnis und bei der Nachuntersuchung im Anschluß an beide Verfahren nachgewiesen werden. Die PTCA bietet den Vorteil eines sehr kurzen Krankenhausaufenthaltes, zeigt aber einen etwas höheren Bedarf an Reinterventionen (**Shirai et al. 2004**).

Neue Verfahren zur minimal-invasiven Bypasschirurgie, die sich ausgehend von MIDCAB entwickelt haben, orientieren sich vor allem an Patienten, die an einer Mehrgefäßerkrankung leiden. So kann die Gesamtbelastung des Patienten durch sogenannte Hybridrevaskularisationen vermindert werden. Eine PTCA des R. circumflexus und der rechten Koronararterie in Verbindung mit einer konsekutiven MIDCAB Intervention des RIVA (**Wittwer et al. 1999**). Dies stellt insbesondere eine Option für Patienten dar, die bereits operativ revaskularisiert wurden sind, Restenosen aufweisen und einer erneuten Revaskularisationsmaßnahme bedürfen. Neben diesem Hybridverfahren hat sich im klinischen Alltag auch die Intervention mittels Octopus-Stabilisator-System durchgesetzt. Alle anderen nachfolgend beschriebenen Verfahren stellten weitere Bestrebungen zur Reduktion der Invasivität bei operativer Koronarrevaskularisation dar. Allerdings konnten sich diese Verfahren in der Klinik nicht etablieren.

1.6.3.1 Port Access Systeme in der Koronarchirurgie

An der Stanford Universität in Kalifornien wurde 1995 erstmals ein spezielles Kathetersystem angewandt, dass den Anschluß an die Herz-Lungenmaschine über die Leistengefäße erlaubt. Gleichzeitig wird ein Katheter in die Aorta vorgeschoben, um das Einleiten kardiopleger Lösungen zu ermöglichen. Die Operation kann dann sicher am stillgelegten Herz über eine kleine Thorakotomie erfolgen. Durch die erzeugte Volumenentlastung sind alle Koronargefäße zugänglich, so dass auch Patienten mit Mehrgefäßerkrankungen minimal-invasiv, aber dennoch unter Einsatz der Herz-Lungenmaschine, operiert werden können (**Subramanian et al. 2001**). Dieses technisch sehr aufwendige Verfahren hat sich klinisch nicht durchgesetzt.

1.6.3.2 Octopus-Stabilisator-System

Der Zugang zum Herzen erfolgt bei dieser Technik über eine totale oder auch partielle mediane Sternotomie und am schlagenden Herzen. Zur Stabilisierung des Herzens wird mittels Saugstabilisator ein Vakuum links und rechts des zu revaskularisierenden Gefäßes platziert. Zusätzlich kann am Apex des Herzens eine Saugglocke appliziert werden, so dass durch eine entsprechende Luxation des Herzens neben der Vorderwand auch die Hinterwand und die Seitenwand mit einem arteriellen oder venösen Bypass versorgt werden können. Ein Vorteil dieses Verfahrens ist, dass die Kontraktilität des Myokards nicht durch den Druck der Stabilisatoren beeinträchtigt wird, sondern durch das Vakuum lediglich das Epikard angehoben wird. Diese Methode ist auch für Patienten mit einer Mehrgefäßerkrankung geeignet (**Oster 1999**).

1.6.3.3 TECAB (total endoskopischer koronararterieller Bypass)

Ab dem Jahr 1996 ergab sich durch die Entwicklung moderner Telemanipulatorsysteme die Möglichkeit, koronarchirurgische Eingriffe komplett endoskopisch vorzunehmen, die sogenannte „Roboter-Revaskularisation“. Hierbei erfolgt keine thorakale Inzision, sondern die „Arme“ eines Telemanipulators werden über drei bis vier ungefähr 1 cm lange Stichinzisionen in den Thorax eingebracht.

Das System erzeugt dann eine 3-D Darstellung in 12facher Vergrößerung (**Kappert et al. 2000**). Mit diesem komplexen Verfahren ist allerdings ein hoher technischer Aufwand verbunden, so dass es bisher nur bei wenigen Patienten zur Anwendung gekommen ist. Am häufigsten wurde es bisher genutzt um die A. mammaria auf die LAD zu anastomosieren. Teilweise werden die Robotersysteme nur zur Präparation der A. mammaria interna genutzt und anschließend die Anastomose über Miniinzisionen am schlagenden Herzen oder mithilfe der extrakorporalen Zirkulation durchgeführt (**Cremer et al. 2002**). Die „Roboter-Revaskularisation“ hat sich trotz anfänglicher Euphorie klinisch nicht etablieren können.

1.6.3.4 T-MIDCAB

Bisher war es beim konventionellen MIDCAB-Verfahren oft schwierig, die A. mammaria interna in voller Länge zu präparieren. Bei der T-MIDCAB Methode wird die Brustwandarterie nicht aus ihrem Gefäßbett mobilisiert. Man nutzt ein ca. 4 cm langes Stück der A. radialis oder der V. saphena magna als Brücke zwischen A. mammaria interna und LAD. Auch bei diesem Verfahren wird der Zugang über eine kleine Thorakotomie hergestellt und es sind keine Rippenspreizer nötig, so dass ein geringeres Thoraxtrauma mit einer besseren Schmerzkontrolle resultiert (**Coulson und Bakhshay 1998**). Die klinischen Erfahrungen mit T-MIDCAB sind begrenzt. Zu einer breiten Anwendung ist es daher nicht gekommen.

1.6.3.5 Xiphoid Verfahren

Die Hautinzision erfolgt hierbei 6-8 cm über dem Xiphoid, welches dann geteilt wird. Anschließend wird die linke Thoraxseite durch Retraktoren angehoben und die LIMA identifiziert. Ziel dieser Vorgehensweise ist die Schonung der Pleura und auch auf eine Anwendung der Herz-Lungenmaschine wird verzichtet. So konnte für dieses Verfahren eine geringe Morbidität und Mortalität sowie ein kurzer Krankenhausaufenthalt beschrieben werden (**Bennetti et al. 2000, Dullum et al. 1999**). Auch der xiphoidale Zugang hat sich klinisch nicht durchgesetzt.

1.6.3.6 ACAB (Awake coronary artery bypass grafting)

Diese Form der Revaskularisation erfolgt am wachen Patienten in thorakaler Epiduralanästhesie (TEA). Die TEA dilatiert die Koronargefäße ebenso wie die A. mammaria interna, so dass optimale Voraussetzungen für die Anastomosenknüpfung gegeben sind. Der Zugang zu den Koronargefäßen erfolgt über eine partielle oder komplette mediane Sternotomie und ermöglicht so das Erreichen aller drei Koronargefäße.

Diese Methode führt zu einer Minimierung des Operationstraumas und könnte u. a. zur Reduktion des Risikos des postoperativen Lungenversagens und des Risikos pulmonaler Infektionen beitragen (**Aybek et al. 2002**).

Es ist allerdings umstritten, ob der Patient tatsächlich davon profitiert, ohne eine hämodynamisch stabilisierende Narkose operiert zu werden.

1.6.3.7 Molekularbiologische Verfahren

In experimentellen Studien wurde bereits versucht, die Verschlußrate von Venenbypassen mittels gentechnischer Methoden zu vermindern. Zur Unterdrückung von Entzündungsprozessen am Endothel erfolgte ein viraler Gentransfer von DNA in die humane Vena saphena magna. Diese DNA kodiert für ein Protein, dass die Bindung von Monozyten an geschädigte Endothelzellen blockiert (**Chiu Pinheiro et al. 2002, Chen et al. 1994**).

Weiterhin wird versucht, AntiSense Nukleotide in die Endothel-DNA einzubringen. Die Folge ist eine Verhinderung der Synthese von Proteinen, die für die Zellproliferation in der Intima verantwortlich sind (**Tugtekin et al. 2000**).

1.7 Ziele der Arbeit

Bei 84 Patienten, die von November 1999 bis Juli 2002 in der Herzchirurgie in Jena stationär waren, wurde das Verfahren nach der MIDCAB Technik angewandt. Durch diese Studie sollen der operative Verlauf, die postoperative Situation in der Klinik und der Rehabilitationsverlauf außerhalb der Klinik durch Patienten und Hausärzte dokumentiert werden. Allen Patienten und Hausärzten oder entsprechenden behandelnden Kardiologen ging aus diesem Grund ein Fragebogen zu. Bei

Nichtbeantwortung des Fragebogens wurde über ein Telefongespräch der persönliche Kontakt zu den Ärzten oder Patienten hergestellt. Anhand der Auswertung der Fragebögen und Akten sollten folgende Fragestellungen geklärt werden:

- Wie wirkte sich das minimal-invasive Vorgehen, vor allem durch den Verzicht auf die Herz–Lungenmaschine und den kleinen operativen Zugang, auf den operativen und postoperativen Verlauf von Patienten mit bestimmten Vorerkrankungen aus?
- Läßt sich eine Verkürzung der Operationszeit und insbesondere der Hospitalisierungszeit im Vergleich mit bereits fest etablierten konventionellen Verfahren der Bypasschirurgie verzeichnen?
- Stellt der Einsatz von Temporary intraluminal shunts (Tils) einen Vorteil gegenüber den bisher verwandten Tourniquets (tq) dar?
- Hat sich das MIDCAB Verfahren in der Patientengruppe als geeignet für Patienten mit einem hohem Operationsrisiko ($ES \geq 5$) erwiesen?
- Hat sich bei den Patienten die körperliche Beschwerdesymptomatik durch die MIDCAB Intervention verbessert?
- Wie wirkt sich eine kürzere Hospitalisierungsphase und eine weniger traumatische Operationstechnik auf den psychischen Zustand der Patienten aus?
- Kann man die subjektiven Einschätzungen der Patienten durch klinische Parameter objektivieren?
- Wie stellt sich der A. mammae Bypass in der Koronarangiographie dar? Kann man Aussagen zur Offenheitsrate im Vergleich mit aktueller Literatur ableiten?
- An welche Grenzen stößt die neue Interventionsmethode?

2. Patienten und Methoden

2.1 Patienten

Die durchgeführte Studie basiert auf einer klinisch- retrospektiven Datenanalyse, die sich auf die Auswertung einer definierten Patientengruppe nach MIDCAB Intervention bezieht sowie einer prospektiven Evaluation des klinischen Zustandes der Patienten und der Koronarmorphologie.

Die Studie umfaßt 84 Patienten (n = 84), die im Zeitraum November 1999 bis Juli 2002 einer minimal-invasiven Bypassoperation des RIVA mit Anastomosierung auf die A. mammaria interna (MIDCAB) in der Herz-, Thorax–und Gefäßchirurgie in Jena unterzogen wurden.

In Tabelle 1 wird die Geschlechterverteilung in der Patientengruppe als absolute und relative Häufigkeit aufgezeigt.

Es wurden die Daten von 63 Männer und 21 Frauen in die Studie einbezogen.

Prozentual entspricht das einem Anteil von 75 % Männern gegenüber 25 % Frauen.

	Häufigkeit	Prozent
männlich	63	75,0
weiblich	21	25,0
Gesamt	84	100,0

Tabelle 1: Geschlechterverteilung in der Patientengruppe

Laut Tabelle 2 liegt das durchschnittliche Alter der Patienten bei 60 Jahren und bewegt sich zwischen einem Minimum von 34 Jahren und einem Maximum von 81 Jahren.

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
Alter	84	34	81	60,23	12,236

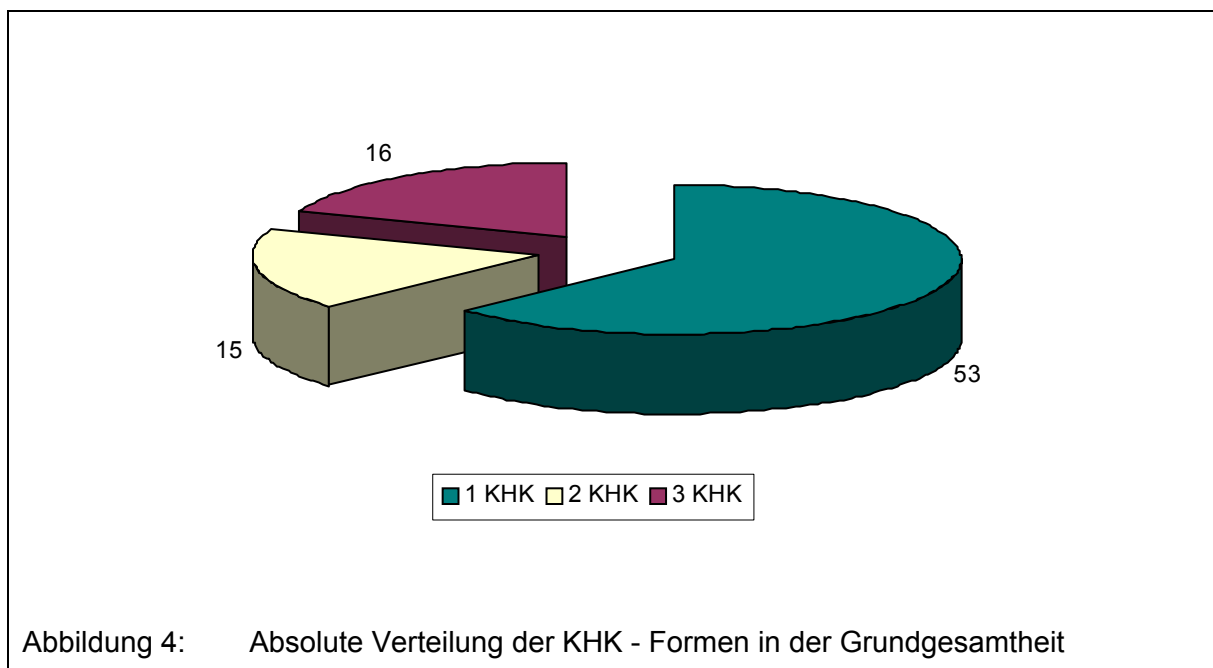
Tabelle 2: Altersverteilung in der Grundgesamtheit

2.1.1 Koronare Herzerkrankung im Patientenkollektiv

Alle 84 Patienten litten an einer vorbestehenden KHK unterschiedlichen Schweregrades.

Für die Beurteilung der koronaren Herzerkrankung werden die A. coronaria dextra, der Ramus interventricularis anterior sowie der Ramus circumflexus der linken Herzkranzarterie jeweils als einzelnes Gefäß herangezogen. Entsprechend der Stenosierung dieser drei Koronargefäße ergibt sich die Einteilung in eine Ein-, Zwei- oder Dreigefäßerkrankung.

In Abbildung 4 wird in diesem Zusammenhang das Ausmaß der KHK der untersuchten Patienten verdeutlicht. Demzufolge lag bei 53 Patienten präoperativ eine 1 KHK (Stenose des RIVA) vor, während sich die anderen beiden Ausprägungen 2 KHK (n= 15) und 3 KHK (n=16) in ihrer Häufigkeit nicht wesentlich unterschieden.



2.1.2 Beurteilung des Operationsrisikos mittels Euroscore

Um eine Abschätzung des Operationsrisikos bezogen auf die Sterblichkeit nach einem chirurgischen Eingriff am Herzen vornehmen zu können, wurde bei allen

Patienten der Euroscore (European System for Cardiac Operative Risk Evaluation) erhoben. Der Euroscore ist ein Bewertungssystem auf der Basis entsprechender allgemeiner, kardialer sowie operativer Risikofaktoren.

Die detaillierte Auflistung der einzelnen Risikofaktoren kann dem Euroscorebogen im Anhang entnommen werden.

Die für jeden Faktor vergebenen Punkte werden addiert, so dass der Patient anschließend einer von zwei Risikogruppen zugeordnet werden kann. Ein niedriges Risiko bedeutet ein Euroscore im Bereich von 0 bis 5, Patienten mit Werten über 5 haben ein erhöhtes Risiko für Komplikationen bzw. Sterblichkeit. Mit dieser Einteilung in zwei Risikogruppen habe ich mich an der Publikation von Riha et al. orientiert, die ebenfalls diese Einteilung in ihrer Patientengruppe zur Grundlage ihrer Betrachtungen genommen haben (**Riha et al. 2002**).

2.2 Methoden

2.2.1 Operationstechnik

Die Operation wird als minimal-invasiver Eingriff am schlagenden Herzen durchgeführt. Der Patient wird auf dem Rücken gelagert, die linke Oberkörperseite durch eine Unterlage etwas unterstützt.

Bei Eingriffen am Herzen kommt die Intubationsnarkose als Standardverfahren zur Anwendung. Sie ermöglicht durch die Trennung der Atemwege vom Verdauungstrakt eine Aspirationsprophylaxe sowie eine Verkleinerung von Totraum und Atemwiderstand (**Online Roche Lexikon Medizin 1999**).

Dann erfolgt die anterolaterale Thorakotomie etwa 7 cm unterhalb der linken Mamille. Nach der Durchtrennung des Subkutangewebes und Spaltung des M. pectoralis wird der vierte oder fünfte Interkostalraum eröffnet. Zur besseren Identifikation der A. mammaria interna sinistra wird ein Mammaria Sperrer eingesetzt. Im Folgenden wird die mediastinale Pleura nach lateral geschoben und dann die A. mammaria interna präpariert und auf adäquaten Fluß hin überprüft. Zur Präparation des RIVA wird dann das Perikard eröffnet und an den Wundrändern fixiert, wodurch das Herz höher tritt. Ein spezieller Stabilisator reduziert die Bewegungen der Kammerwand und erleichtert somit die Präparation.

Nachdem nun beide Anastomosengefäße zur Darstellung gebracht werden konnten, erfolgt das Einsetzen einer linksthorakalen Drainage sowie die Gabe von 7500-10.000 IE Heparin. Nun wird die A. mammaria interna distal mittels Clips abgesetzt und ein Shunt über Stichinzision in den RIVA eingebracht oder der RIVA durch ein Tourniquet proximal und distal bei ausreichender Unterpolsterung abgeschnürt, um den Anastomosenbereich blutleer zu halten.

Die Anastomosierung erfolgt dann End-zu-Seit, wobei vor Beendigung der Naht der Shunt oder das Tourniquet entfernt und die endgültige Naht geknüpft wird. Anschließend wird die Suffizienz der Anastomose bei normalem Blutdurchfluß überprüft. Die Heparinwirkung kann dann durch Protamin antagonisiert werden.

Der Thorax wird mit einer Vicryl-Fasziennaht verschlossen. Am Ende steht der Hautverschluß durch eine intrakutane Hautnaht und abschließend der Verband. Im Durchschnitt dauert die Intervention 2,5 Stunden, wobei die Herstellung der Anastomose zwischen A. mammaria interna und RIVA etwa 6-10 min in Anspruch nimmt (**Operationsberichte der Patienten, Cremer et al. 2002**).

2.2.2 Beschreibung des Studienablaufes

2.2.2.1 Erhebung des operativen und postoperativen Verlaufes in der Klinik

Zunächst wurden wichtige Aspekte des Aufenthaltes in der Klinik evaluiert. Hierzu zählen vor allem der Verlauf und die Dauer des operativen Eingriffs, die unmittelbar postoperativ aufgetretenen Komplikationen sowie die Dauer des Krankenhausaufenthaltes. Die Erfassung dieser Parameter sollte eine erste objektive Einschätzung der Operationsmethode MIDCAB ermöglichen.

2.2.2.2 MIDCAB-Evaluation aus Patientensicht

Anhand eines nach drei Hauptaspekten gegliederten Fragebogens mit insgesamt 16 Fragen, erhielten die Patienten die Möglichkeit, den Eingriff subjektiv einzuschätzen. Zunächst sollte der unmittelbar postoperativ aufgetretene Schmerz charakterisiert werden, gefolgt von Aussagen zum Prozeß der Wundheilung. Nachfolgend wurde auf den Verlauf des Genesungsprozesses und die begleitende psychische

Problematik bezug genommen. Abschließend erfolgte eine Gesamtbewertung der Operation und deren Einfluß auf die Lebensqualität der Patienten.

Die detaillierte Formulierung des Fragebogens kann dem Anhang entnommen werden.

2.2.2.3 Rehabilitationsverlauf der Patienten anhand klinischer Parameter

Im Anschluß an die Patientenbewertung wurde eine objektive Einschätzung des postoperativen Gesundheitszustandes durch den jeweiligen behandelnden Arzt vorgenommen. Jedem behandelnden Arzt ging deshalb ein Fragebogen zu. Die Adressen der behandelnden Ärzte konnten den Akten entnommen werden oder im Telefongespräch mit den Patienten erfragt werden. Falls keine Antwort auf einen Fragebogen eingegangen ist, wurde telefonisch bei den Ärzten nachgefragt, ob Sie bereit wären, den Fragebogen auszufüllen.

Da sich erste Zeichen der Koronarinsuffizienz anhand der Untersuchung bestimmter Funktionsparameter des Herzens zeigen, wurde auch für diese Evaluation ein Fragebogen konzipiert. Durch den behandelnden Arzt sollte zunächst eine Einschätzung der aktuellen Beschwerden sowie der Belastbarkeit des Patienten vorgenommen werden. Des weiteren sollte zur Frage nach Veränderungen des Elektrokardiogramms, des Echokardiogramms und des Ergometriebefundes Stellung genommen werden. Eine genaue Darstellung des Fragebogens ist ebenfalls dem Anhang zu entnehmen.

a) NYHA Stadium

Das Auftreten von Beschwerden bei der Belastung der Patienten wurde auf der Basis der New York Heart Association Classification beurteilt. Hierbei erfolgt eine Unterteilung in vier Stadien (**AWMF Leitlinien KHK 2001**):

- Stadium 1: Beschwerdefreiheit, normale körperliche Belastungsfähigkeit
- Stadium 2: Beschwerden bei stärkerer körperlicher Belastung
- Stadium 3: Beschwerden bei leichter körperlicher Belastung
- Stadium 4: Beschwerden in Ruhe

b) Ergometrie

Von der Leistung, die die Patienten bei der Ergometrie nach erfolgter Rehabilitation erbracht haben, kann auf die zumutbare Dauerbelastbarkeit geschlossen werden. Diese beträgt 50-70% der maximal möglichen Belastung bei Ergometrie ohne kardiale Symptomatik (**Kolenda 1998**). Die Einschätzung der Leistungsfähigkeit erfolgte auf der Basis der AWMF Leitlinien für die Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung bei KHK (**AWMF online Leitlinien KHK 2001**). In Tabelle 3 werden die sich aus der maximalen Leistung ergebenden Angaben in Watt für die Dauerbelastbarkeit der Patienten mit Koronarer Herzerkrankung dargestellt.

Maximalleistung bei der Ergometrie	Dauerbelastbarkeit	Körperliche Belastbarkeit
ca. 75 Watt	ca. 50 Watt	Leicht
> 75-125 Watt	> 50 Watt -75 Watt	Mittelschwer
125-150 Watt	75-100 Watt	Schwer
Ab 150 Watt	Ab 100 Watt	Sehr schwer

Tabelle 3: Ergometrieleistung und Dauerbelastbarkeit

c) Echokardiographie

Im Rahmen einer echokardiographischen Befunderhebung können sich durch Hypokinesie, Dyskinesie und Akinesie ebenfalls Hinweise auf eine lokale oder globale Funktionseinschränkung oder auf einen abgelaufenen Myokardinfarkt ergeben. Als Parameter für die Einschätzung der linksventrikulären Funktion wurde sich auf die Ejektionsfraktion (EF) bezogen. Als Ejektionsfraktion bezeichnet man den relativen Anteil des pro Schlag ausgeworfenen Ventrikelvolumens (ESV) am gesamten enddiastolischen Volumen (EDV) des linken Ventrikels (**Stierle und Niederstadt 1999**):

$EF = \frac{EDV - ESV}{EDV}$

Nachfolgend ist die Korrelation von Ejektionsfraktion und linksventrikulärer Funktion aufgeführt, anhand derer auch die Ventrikelfunktion der Patientengruppe beurteilt wurde (**Schwartau et al. 1997**):

Ejektionsfraktion	Linksventrikuläre Funktion
> 60 %	Normal
50-60%	Leichte Funktionsstörung
35 - < 50%	Mittelschwere Funktionsstörung
< 35 %	Schwere Funktionsstörung

Tabelle 4 Einschätzung der linksventrikulären Funktion in Abhängigkeit von der Ejektionsfraktion

Laut Roskamm und Reindell beträgt die normale linksventrikuläre Funktion $67 \pm 8\%$ (**Roskamm und Reindell 1996**).

d) Ruhe-EKG

Letztlich kann auch durch das Ruhe-EKG eine Aussage über eine möglicherweise bestehende Myokardischämie getroffen werden. Diese tritt dann vor allem durch deszendierende oder horizontale Senkungen der ST-Strecke, ein präterminal negatives T oder eine negative U- Welle in Erscheinung.

Allerdings kann auch durch ein normales EKG eine Stenosierung der Koronarien nicht ausgeschlossen werden.

2.2.2.4 Darstellung des A. mammaria Bypasses in der Koronarangiographie

Ein weiteres Ziel der Studie war es zu zeigen, ob der Bypass auch nach einem Zeitraum von bis zu drei Jahren noch suffizient ist. Die vom behandelnden Arzt durchgeführten Funktionsprüfungen des Herzens schließen bei einem positiven

Ergebnis eine Funktionsstörung der Anastomose zwischen LIMA und RIVA nicht aus. Bei langsamer Entwicklung einer Stenose besteht nämlich die Möglichkeit der Kollateralisierung, über die eine Versorgung des ischämischen Bereiches erfolgen kann. Somit beklagt der Patient keine pectanginösen Beschwerden und der entsprechende Bereich des Herzmuskels lässt im Echokardiogramm keine Pumpschwäche erkennen. Bei den Kollateralen handelt es sich um Arteriolen, die zu kleinen Arterien auswachsen können (**Riecker 1991**).

Leider gestaltete sich die Kooperation mit den Hausärzten recht problematisch, so dass keine große Zahl von Patienten an einer invasiven Nachuntersuchung teilnehmen konnte. Letztlich musste sich dann zum einen auf die bereits vorhandenen Herzkatheterberichte in den Patientenakten gestützt werden, um Aussagen zur Offenheitsrate des Bypasses treffen zu können. Zum anderen wurde vor allem mit den Patienten Verbindung aufgenommen, die im Fragebogen eine nicht vollständige Rehabilitation beschrieben haben, um zu erfragen, ob bereits in der letzten Zeit eine Koronarangiographie erfolgt ist. Für die Auswertung invasiver Koronardarstellungen standen letztlich die Daten von 15 Patienten zur Verfügung.

2.2.3 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für medizinische Statistik, Informatik und Dokumentation der Friedrich-Schiller Universität Jena.

Bei der durchgeführten retrospektiven Studie zum MIDCAB Verfahren, wurde zur Darstellung der charakteristischen Eigenschaften der Patientenstichprobe vor allem die deskriptive Statistik genutzt. Für diese Auswertungen wurden die Möglichkeiten des Office- Excel- Programms Version 2003 und des Statistikprogrammes SPSS Version 11.0 gewählt.

Bei ausgewählten Daten wurde ausgehend von der beschreibenden Statistik die induktive Statistik angewandt, um eine bessere Vergleichbarkeit mit der vorhandenen Literatur zu erzielen und um spezielle erzielte Ergebnisse innerhalb der Stichprobe statistisch zu verifizieren.

Bei Vergleichen zwischen zwei Gruppen in der Stichprobe, wie im Falle der Darstellung bestimmter Risikofaktoren bei den männlichen und weiblichen Patienten, der Anwendung von Tils und Tourniquets bei bestimmten Komplikationen unter der

Operation und Unterschieden bei den operativen und postoperativen Komplikationen in den beiden Patientengruppe mit hohem und niedrigem Operationsrisiko, wurde der Chi²-Vierfelder-Test angewandt. Konnte der Vierfeldertest aufgrund zu kleiner erwarteter Häufigkeiten nicht angewandt werden, wurde zur Auswertung der Mortalität in den beiden Risikogruppen und der Abhängigkeit des Genesungsprozesses von der seelischen Belastung auf den exakten Fisher Test zurückgegriffen. Basierend auf dem Chi²-Vierfelder-Test kam bei mehreren Ausprägungen der beiden betrachteten Merkmale, z.B. bei der Darstellung der Abhängigkeit des Heilungsverlaufes vom Alter der Patienten, der Chi²-Test für $k \times l$ Felder zur Anwendung.

Bei der statistischen Auswertung wurde auf eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ ($p < 0,05$) geprüft.

3. Ergebnisse

3.1 Präoperativer Status der Patienten

3.1.1 Vorerkrankungen in der Patientengruppe

In Tabelle 5 werden die Vorerkrankungen der Patientengruppe aufgezeigt, die unter Umständen einen negativen Einfluß auf den operativen und postoperativen Verlauf nehmen könnten. Zu diesen Vorerkrankungen zählen Myokardinfarkt, COPD, Niereninsuffizienz und Apoplex. Um die Vorerkrankungen noch besser für das Patientenkollektiv beurteilen zu können, wurden diese nach drei Altersgruppen und dem Geschlecht unterteilt aufgeführt.

Infarkt

Alter in Gruppen		Männlich	Weiblich
1	kein Infarkt	12 (54,5%)	6 (100%)
	Infarkt	10 (45,5%)	0
	Gesamt	22 (100%)	6 (100%)
2	kein Infarkt	12 (52,2%)	5 (100%)
	Infarkt	11 (47,8%)	0
	Gesamt	23 (100%)	5 (100%)
3	kein Infarkt	8 (44,4%)	5 (50%)
	Infarkt	10 (55,6%)	5 (50%)
	Gesamt	18 (100%)	10 (100%)

COPD

Alter in Gruppen		Männlich	Weiblich
1	keineCOPD	20 (90,9%)	5 (83,3%)
	COPD	2 (9,1%)	1 (16,7%)
	Gesamt	22	6
2	keineCOPD	17 (73,9%)	4 (80%)
	COPD	6 (26,1%)	1 (20%)
	Gesamt	23	5
3	keineCOPD	11 (61,1%)	6 (60%)
	COPD	7 (38,7%)	4(40%)
	Gesamt	18	10

Niereninsuffizienz

Alter in Gruppen		Männlich	Weiblich
1	keine NI	22 (100%)	6 (100%)
	NI	0	0
	Gesamt	22	6
2	keine NI	21 (91,3%)	5 (100%)
	NI	2 (8,7%)	0
	Gesamt	23	5
3	keine NI	12 (66,7%)	8 (80%)
	NI	6 (33,3%)	2 (20%)
	Gesamt	18	10

Apoplex

Alter in Gruppen		Männlich	Weiblich
1	kein Apoplex	22 (100%)	5 (83,3%)
	Apoplex	0	1 (16,6%)
	Gesamt	22	6
2	kein Apoplex	21 (91,3%)	5 (100%)
	Apoplex	2 (8,7%)	0
	Gesamt	23	5
3	kein Apoplex	18 (100%)	8 (80%)
	Apoplex	0	2 (20%)
	Gesamt	18	10

Gruppe 1: 34a – 53a Gruppe 2: 54a – 67a Gruppe 3: 68a – 81a

Tabelle 5: Vorerkrankungen in der Patientengruppe

Insgesamt haben 49,2 % der Männer und 23,8% der Frauen präoperativ bereits einen Myokardinfarkt erlitten. In den Altersgruppen 1 und 2 der weiblichen Patienten war kein Myokardinfarkt aufgetreten. In der Altersgruppe 3 war bei 50% der Patientinnen ein Infarkt zu erheben. Bei den Männern traten in allen drei Altersgruppen Myokardinfarkte auf, in der Gruppe 1 zu 45,5%, in Gruppe 2 zu 47,8% und in Gruppe 3 zu 55,6%. Die Häufigkeit eines Infarktes hat mit steigendem Alter etwas zugenommen.

Auch bezüglich der chronisch obstruktiven Bronchitis (COPD) kann man eine Zunahme mit steigendem Alter beobachten. So hatten 38,7% der Männer der Altersgruppe 3 und 40% der Frauen der Altersgruppe 3 eine COPD. Insgesamt ist die COPD mit einer Häufigkeit von 25 % in der Patientengruppe vertreten.

Bei 10 Patienten (11,9%) von insgesamt 84 Patienten konnte in der Anamnese eine Niereninsuffizienz erhoben werden. Auch hier ist die Häufigkeit in der Altersgruppe 3 mit 33,3 % der Männer und 20% der Frauen am höchsten.

Ein Apoplex konnte in der Vorgeschichte bei 5 Patienten (5,9%) festgestellt werden. Drei weibliche Patienten der Altersgruppen 1 (16,6%) und 3 (20%) und zwei männliche Patienten der Altersgruppe 2 (8,7%) hatten bereits einen Apoplex erlitten (Tabelle 5).

3.1.2 Koronare Herzerkrankung im Patientenkollektiv

3.1.2.1 Risikofaktoren für KHK

Die für das Auftreten einer KHK prädisponierenden Faktoren und deren Auftreten in der Patientengruppe sind in Tabelle 6 aufgeführt.

Sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Patienten sind Hyperlipoproteinämie und Hypertonie die Risikofaktoren, die in über 60% bzw. über 70% der Fälle vorliegen. Das trifft auf sonst keinen anderen beeinflussbaren Risikofaktor in dieser Aufstellung mehr zu.

Bei Betrachtung des Body Mass Index (BMI) fällt auf, dass 51,6% der Männer und 52,3 % der Frauen einen BMI zwischen 26 und 30 aufweisen. Über 50% der Männer und Frauen sind demzufolge als übergewichtig einzustufen (4 Patientenangaben fehlen in der BMI Aufstellung). Für Männer und Frauen konnte kein signifikanter Unterschied im Auftreten dieser drei Risikofaktoren beobachtet werden ($p > 0,05$).

Risikofaktor	Prozentuale Häufigkeit	
	männlich	weiblich
beeinflussbar		
Diabetes mellitus		
Typ 1	0	4,8%
Typ 2	23,8%	14,3%
Hyperlipoproteinämie	61,9%	66,7%
Hypertonie	69,8%	76,2%
BMI bis 25	36,7%	33,3%
BMI 26 bis 30	51,7%	52,3%
BMI über 30 (Adipositas)	11,7%	14,2
Nikotin		
Aktiv Raucher	33,3%	28,6%
Ex-Raucher	6,3%	9,5%
unbeeinflussbar		
Lebensalter	Mittelwert: 59,61	Mittelwert: 62,04
Männliches Geschlecht	75%	

Tabelle 6: Darstellung der Risikofaktoren für Männern und Frauen für die Entstehung einer KHK in der Grundgesamtheit

3.1.2.2 Präoperative Intervention am RIVA

Bei einem Teil der Patienten (21,5%) wurde bereits präoperativ eine invasive Intervention am RIVA vorgenommen.

Die Behandlung dieser 18 Patienten erfolgte durch eine entsprechende invasive Herzkatheterdiagnostik und -therapie mittels Ballondilatation und Stentimplantation. In Tabelle 7 wird deutlich, dass bei 64 Patienten (76,2 %) vor dem operativen Eingriff keine Therapie mittels PTCA oder Stent am RIVA erfolgt ist.

Eine ACVB-Operation von jeweils drei bzw. vier Gefäßästen ist bei insgesamt zwei Patienten der MIDCAB-Operation vorausgegangen. Bei diesen beiden Patienten war der Venenbypass auf den RIVA jeweils hochgradig verschlossen. Bei jeweils zwei Patienten erfolgte präoperativ bereits zweimal eine PTCA bzw. zweimal eine PTCA mit Stentimplantation (Tabelle 7).

	Häufigkeit	Prozent
Keine	64	76,2
LAD-PTCA-Versuch	3	3,6
LAD-PTCA	3	3,6
LAD-PTCA-2X	2	2,4
LAD-PTCA-Stent	8	9,5
LAD-PTCA-Stent-2X	2	2,4
3X ACVB	1	1,2
4X ACVB	1	1,2
Gesamt	84	100,0

Tabelle 7: Verteilung der präoperativen Intervention mittels Herzkatheter

3.2 Operativer Eingriff mittels MIDCAB-Technik

3.2.1 Geschlechtsspezifische Verteilung des Euroscore zur präoperativen Beurteilung des Operationsrisikos

In Abbildung 5 ist die Aufteilung des Euroscore in der Studiengruppe geschlechtsspezifisch im Boxplot dargestellt. Es wird deutlich, dass 50% der männlichen Patienten einen Euroscore von kleiner 2 und 50% einen Euroscore von größer 2 aufwiesen. In der weiblichen Patientengruppe zeigten 50% einen Euroscore von kleiner 3 und 50% einen Euroscore von größer 3. Anhand der Minimal- und Maximalwerte wird deutlich, dass die weiblichen Patienten bezüglich des Risikoprofils zwar bei einem höheren Euroscore beginnen als die Männer, letztlich aber keinen so hohen Euroscore erreichen wie die männlichen Patienten.

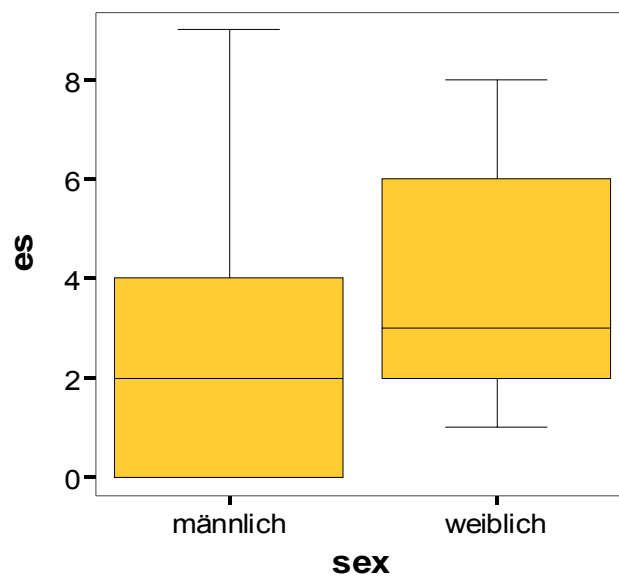


Abbildung 5: Geschlechtsspezifische Aufteilung des Euroscore in der Studiengruppe

3.2.2 Verteilung der Stenosegrade des RIVA und der Ejektionsfraktion in der Patientengruppe

Die Entscheidung zur Bypass-Operation nach dem MIDCAB–Verfahren wurde auf der Basis eines unmittelbar präoperativ durchgeführten Herzkatheters getroffen.

In Abbildung 6 wird die Verteilung des Stenosegrades in der Grundgesamtheit dargestellt. Demnach hatten 30 Patienten einen vollständigen Verschuß (100%) des RIVA (Grad 4), 34 Patienten zeigten eine Grad 3 Stenose mit einem Verschuß zwischen 75-99 % und jeweils 10 Patienten wiesen eine 50-74%ige Stenose (Grad 2) bzw. eine In-Stent-Restenose auf.

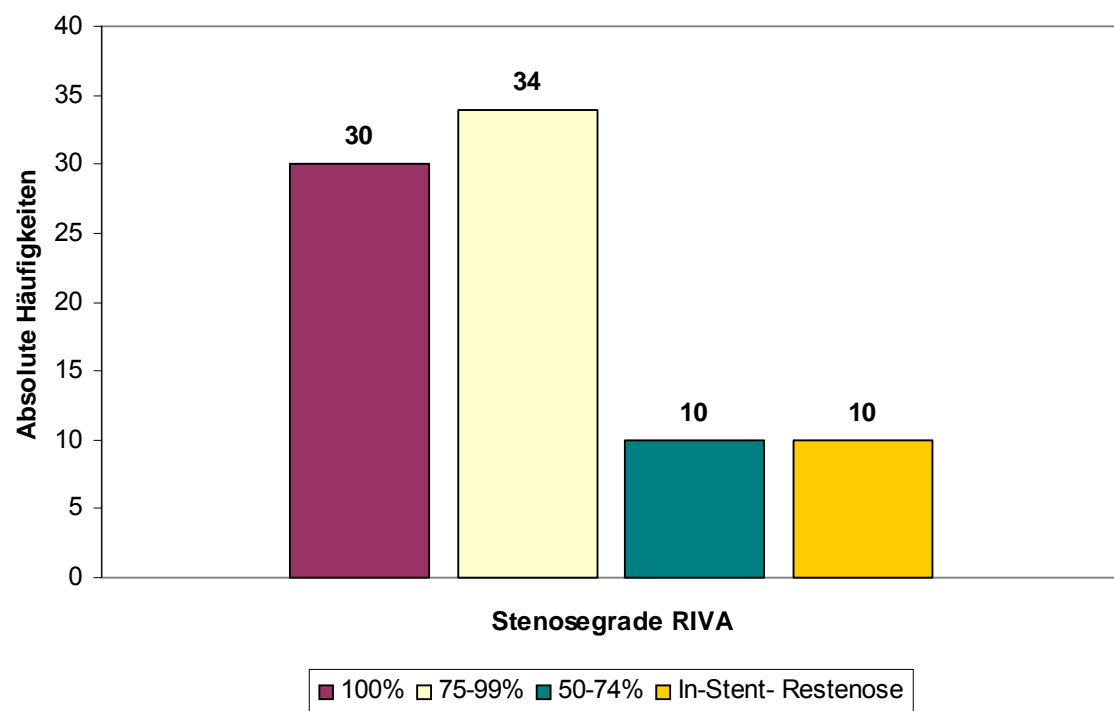


Abbildung 6: Verteilung der Stenosegrade des RIVA in der Patientengruppe

Mit einer Ejektionsfraktion größer 60% kann man bei 61,9% der Patienten von einer guten präoperativen Pumpfunktion des Herzens ausgehen (Tabelle 8).

	Häufigkeit	Prozent
unter 35%	2	2,4
35-unter 50%	7	8,3
50-60%	23	27,4
größer 60%	52	61,9
Gesamt	84	100,0

Tabelle 8: Verteilung der Ejektionsfraktion in der Patientengruppe

3.2.3 Einsatz von Temporary intraluminal shunts (Tils) und Tourniquets (Tq) in der Patientengruppe

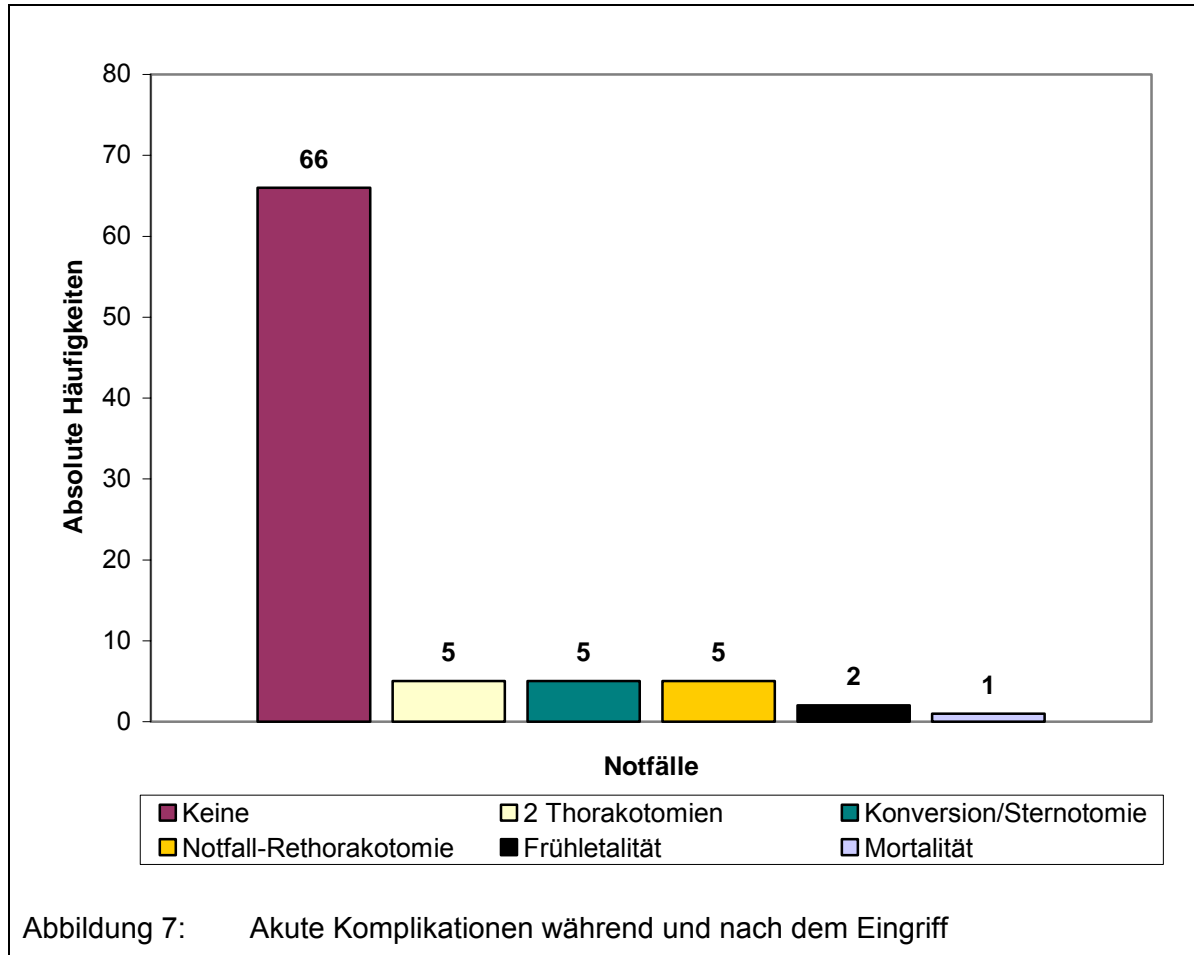
Wie in der Einleitung bereits beschrieben, wurden bei der Operation zwei verschiedene Verfahren angewandt, um eine Unterbrechung der Blutzufuhr unter der Operation zu erreichen. In Tabelle 9 wird dargestellt, wie häufig diese beiden Möglichkeiten in der Studiengruppe Anwendung gefunden haben. Demzufolge haben insgesamt 60 Patienten (71,4%) eine Operation mit Verwendung von Tils unterschiedlicher Größe entsprechend dem Gefäßlumen und 15 Patienten (17,8%) eine Operation mit Verwendung des Tourniquets erhalten. Bei 4 Patienten (4,8%) wurden beide Verfahren aufgrund schwerer Arteriosklerose oder weiterer Blutung kombiniert angewandt. Weitere 5 Patienten (5,9%) erhielten eine Operation mit medianer Sternotomie und Kardioplegie an der Herz-Lungen Maschine. Hierbei war aufgrund stillgelegter Herzbewegung bei abgeklemmter Aorta ascendens keine Shunteinbringung oder Gefäßabschnürung nötig.

Material	Häufigkeit	Prozent
nur tq	15	17,8
1,5 mm Tils	52	61,9
2,0 mm Tils	7	8,3
2,5 mm Tils	1	1,2
tq + 1,5 mm Tils	1	1,2
tq + 2,0 mm Tils	2	2,4
tq + 2,5 mm Tils	1	1,2
ohne	5	6,0
Gesamt	84	100,0

Tabelle 9: Häufigkeit des Einsatzes von Tils und Tourniquets in der Studiengruppe

3.2.4 Komplikationen unter der Operation

3.2.4.1 Komplikationen während und nach dem Eingriff



Bei der Schaffung eines Zuganges zum Operationsgebiet traten bei wenigen Patienten Probleme auf. So wurde bei 5 Patienten (5,9%) eine zweimalige Thorakotomie durchgeführt und bei ebenfalls 5 Patienten (5,9%) erfolgte eine Konversion des geplanten MIDCAB-Verfahrens zur konventionellen Methode mittels medianer Sternotomie und Anschluß an die extrakorporale Zirkulation (Tabelle 10). Eine notfallmäßige Rethorakotomie erfolgte unmittelbar postoperativ bei 5 Patienten (5,9%). Die postoperative Sterblichkeit betrug 2,4%, wobei eine Patientin an einem hochinfektiösen Atemwegsinfekt litt, der in einer Sepsis mit Multiorganversagen mündete. Der zweite im Krankenhaus verstorbene Patient erlitt nach erfolgter Rethorakotomie, aufgrund einer Nachblutung im weiteren postoperativen Verlauf bei vorbestehender COPD, eine respiratorische Insuffizienz mit plötzlicher Asystolie. Bei

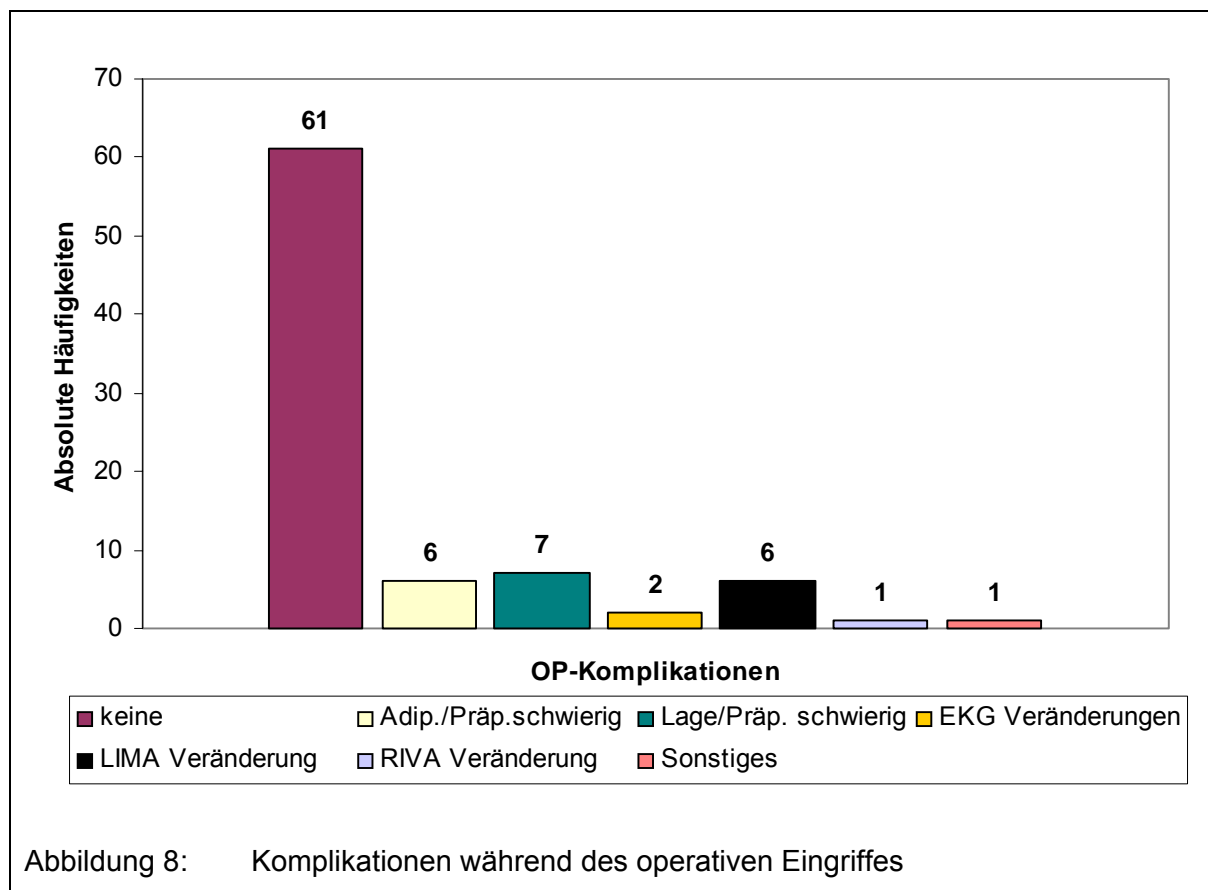
der Obduktion ergab sich eine schwere stenosierende Koronararteriosklerose, eine Kardiomegalie und ein altblutiger Pleuraerguß links sowie eine schwer emphysematös veränderte Lunge. Der Mammaria-Bypass stellte sich frei durchgängig dar. Weiterhin verstarb ein Patient im Langzeitverlauf (1,2%), über die genaue Todesursache dieses später verstorbenen Patienten wurde keine Auskunft erteilt (Abbildung 7).

Patient	Ursache für Konversion
1	Obliteration distale LIMA
2	Obliteration proximale LIMA
3	Stark lateraler Verlauf des RIVA
4	Kammerflimmern bei Patient mit ischämischer Kardiomyopathie
5	Intramyokardialer Gefäßverlauf

Tabelle 10: Ursachen für die Umstellung auf das konventionelle Verfahren mit HLM und medianer Sternotomie

3.2.4.2 Komplikationen bei der Identifikation der Anastomosengefäße

Die während der Intervention aufgetretenen Komplikationen sind in Abbildung 8 aufgeführt. Bei 61 Patienten (72,6%) wurden keinerlei Komplikationen beobachtet. Eine erschwerte Präparation der LIMA oder des RIVA aufgrund von Adipositas oder komplizierter Lokalisation konnte bei dreizehn Patienten (15,5%) beobachtet werden. EKG-Veränderungen unter der Operation traten nur bei zwei Patienten (2,3%) auf. Bei diesen Patienten konnten die EKG-Veränderungen durch Einbringen des Tils behoben werden. Insgesamt war bei sechs Patienten (7,1%) eine Anastomosenknüpfung aufgrund von Veränderungen in der Gefäßstruktur der LIMA erschwert, gleiches traf bei einem Patienten (1,1%) für den RIVA zu, der stark postinflammatorisch verändert war (Abbildung 8).



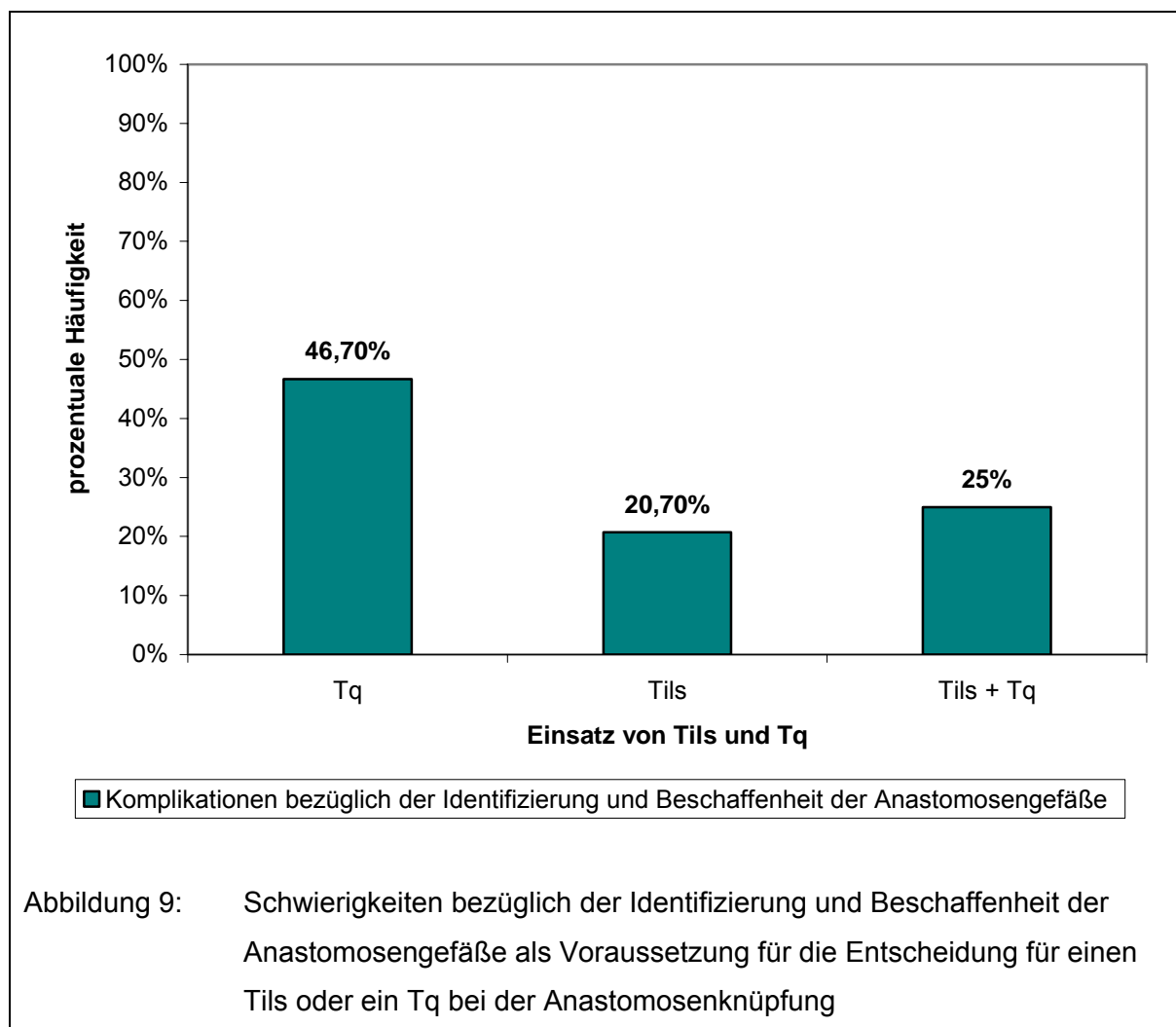
Es gibt mehrere Gründe für eine erschwerte Präparation der beiden Anastomosengefäße bzw. für eine erschwerte Knüpfung der Anastomose. Derartige Gründe können starkes Übergewicht, ausgeprägte arteriosklerotische Veränderungen des RIVA, eine zu dünne oder zerreißliche LIMA oder durch den kleinen operativen Zugang nur schwer erreichbare Gefäße sein.

Nach der Präparation der beiden Gefäße ist dann zu entscheiden, mit welcher der beiden verfügbaren Methoden, Tils oder Tq, man einen blutleeren Anastomosenbereich erzielen möchte. In Tabelle 11 und Abbildung 9 soll verdeutlicht werden, warum man bei 15 Patienten keinen Tils sondern ein Tq angewandt hat. Bei 46,7 % der Patienten, bei denen ein Tourniquet eingesetzt wurde, lagen Veränderungen an den beteiligten Gefäßen vor bzw. war deren Präparation erschwert. Bei den vier Patienten, die eine kombinierte Anwendung von Tils und Tourniquet erhielten, lagen derartige Probleme bei 25% der Patienten und in der Patientengruppe, bei der ein Tils eingesetzt wurde, bei 20,7% der Patienten vor. Es besteht ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) im Einsatz von Tils und Tourniquets in Abhängigkeit von vorausgegangenen Schwierigkeiten bezüglich der Identifizierung und der Beschaffenheit der beiden Gefäße. Die Tils wurden signifikant

häufiger bei den Patienten angewandt, die keine der oben genannten Probleme aufwiesen.

	Tourniquet	Tils	Tourniquet + Tils	Gesamt
Adip./Präp.schwierig	2 (13,3%)	4 (6,7%)	0	6
Lage/Präp.schwierig	2 (13,3%)	4 (6,7%)	1 (25%)	7
LIMA Veränderung	2 (13,3%)	3 (5%)	0	5
RIVA Veränderung	1 (6,7%)	0	0	1
Sonstiges	0	1 (1,7%)	0	1
Keine	8 (53,3%)	46 (79,3%)	3 (75%)	57
Gesamt	15	58	4	77

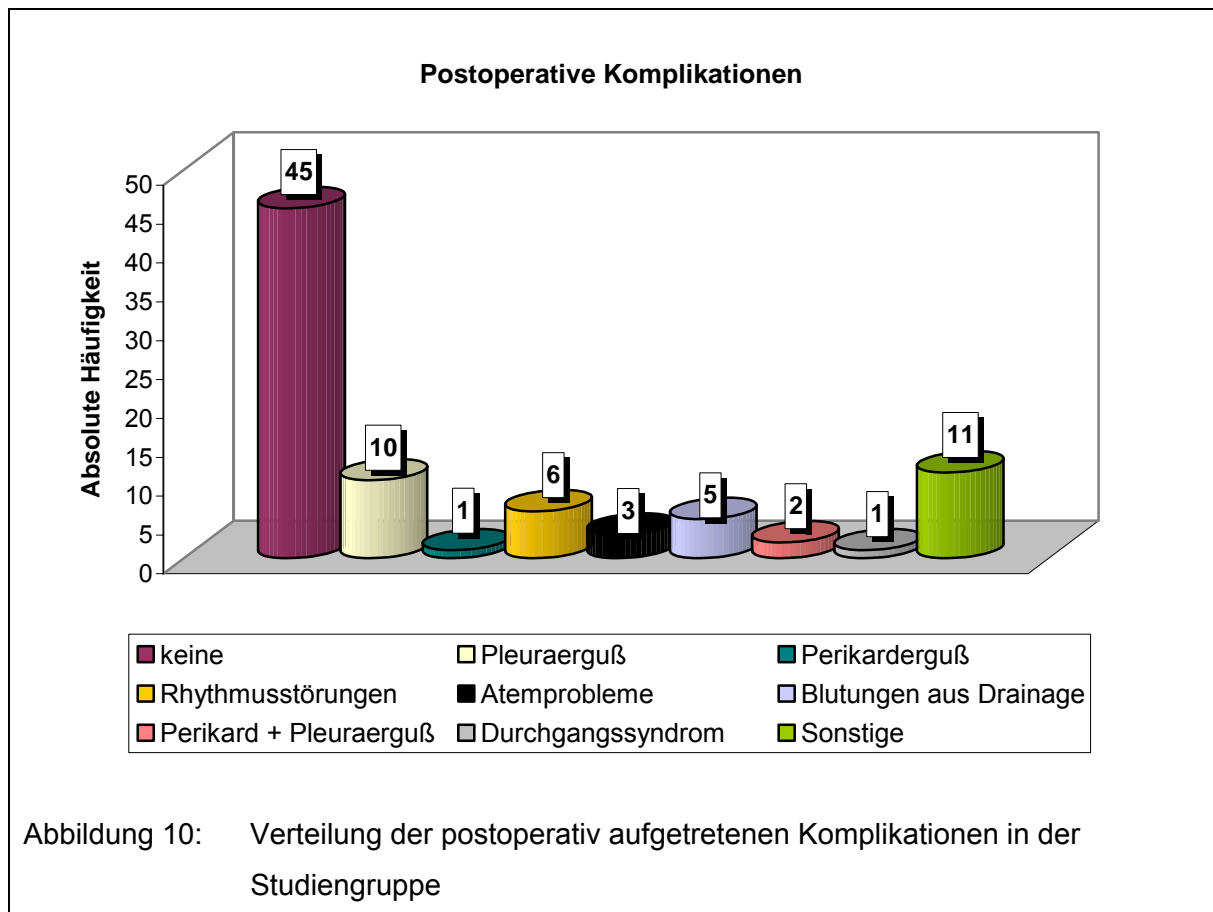
Tabelle 11: Einsatz von Tils und Tourniquets bei unterschiedlichen Komplikationen bei der Anastomosenknüpfung



3.2.5 Postoperative Komplikationen

Die in Abbildung 10 aufgeführte verstärkte Blutung aus der Drainage, gab bei den entsprechenden vier Patienten den Anlaß zur Rethorakotomie (siehe auch Abbildung 7). Die häufigste postoperative Komplikation war der Pleuraerguß bei 12 Patienten, wobei zwei Patienten zusätzlich einen Perikarderguß aufwiesen. Außerdem kam es bei sechs Patienten im postoperativen Verlauf zu Rhythmusstörungen.

Bei 45 (53,6%) Patienten gestaltete sich der postoperative Verlauf ganz ohne Probleme. Kein Patient hatte während oder nach der Operation einen Myokardinfarkt erlitten.

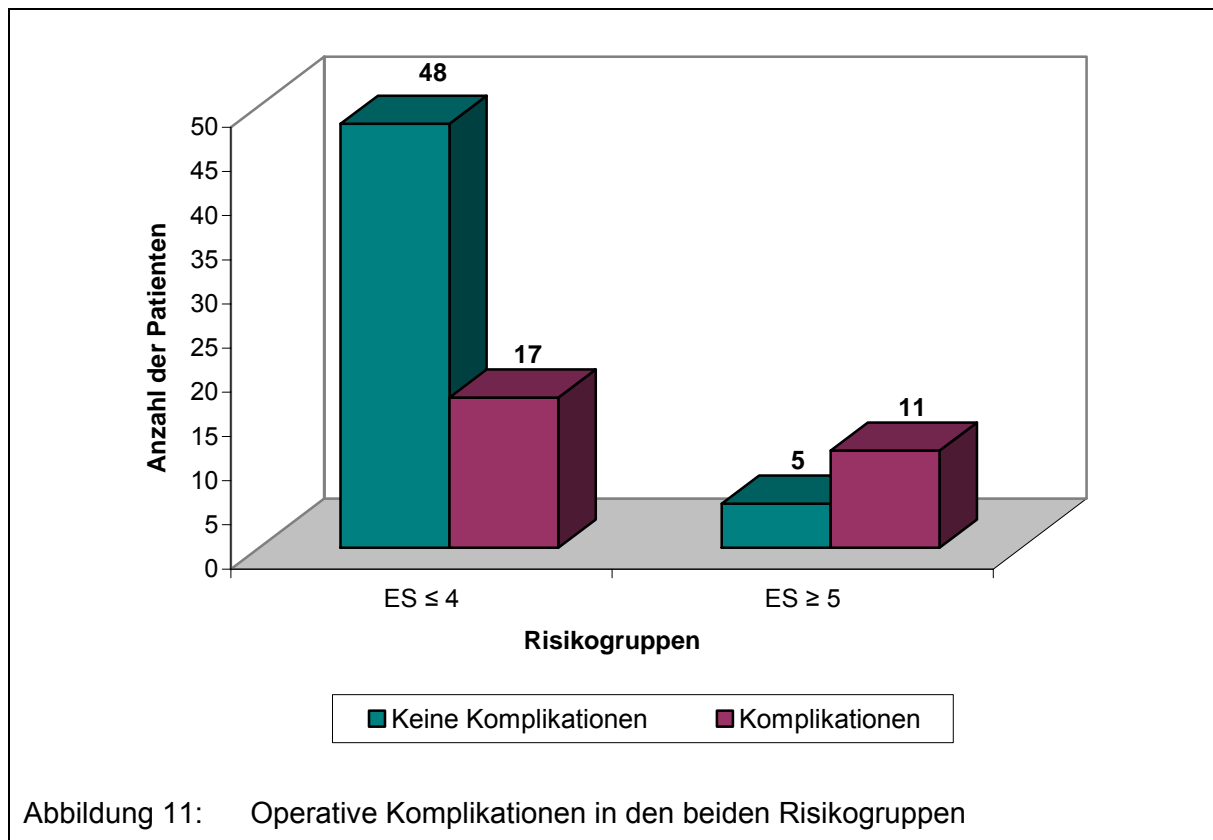


Störungen in Bezug auf die Wundheilung, soweit diese in der Klinik beurteilbar waren, traten nur bei einer Patientin (1,2%) mit einem insulinpflichtigen Diabetes mellitus auf. Hier musste eine plastische Deckung der Wundfläche erfolgen sowie eine auch ambulant fortgesetzte lokalantibiotische Behandlung der Wundstelle. Bei den anderen Patienten gestaltete sich die Wundheilung komplikationslos.

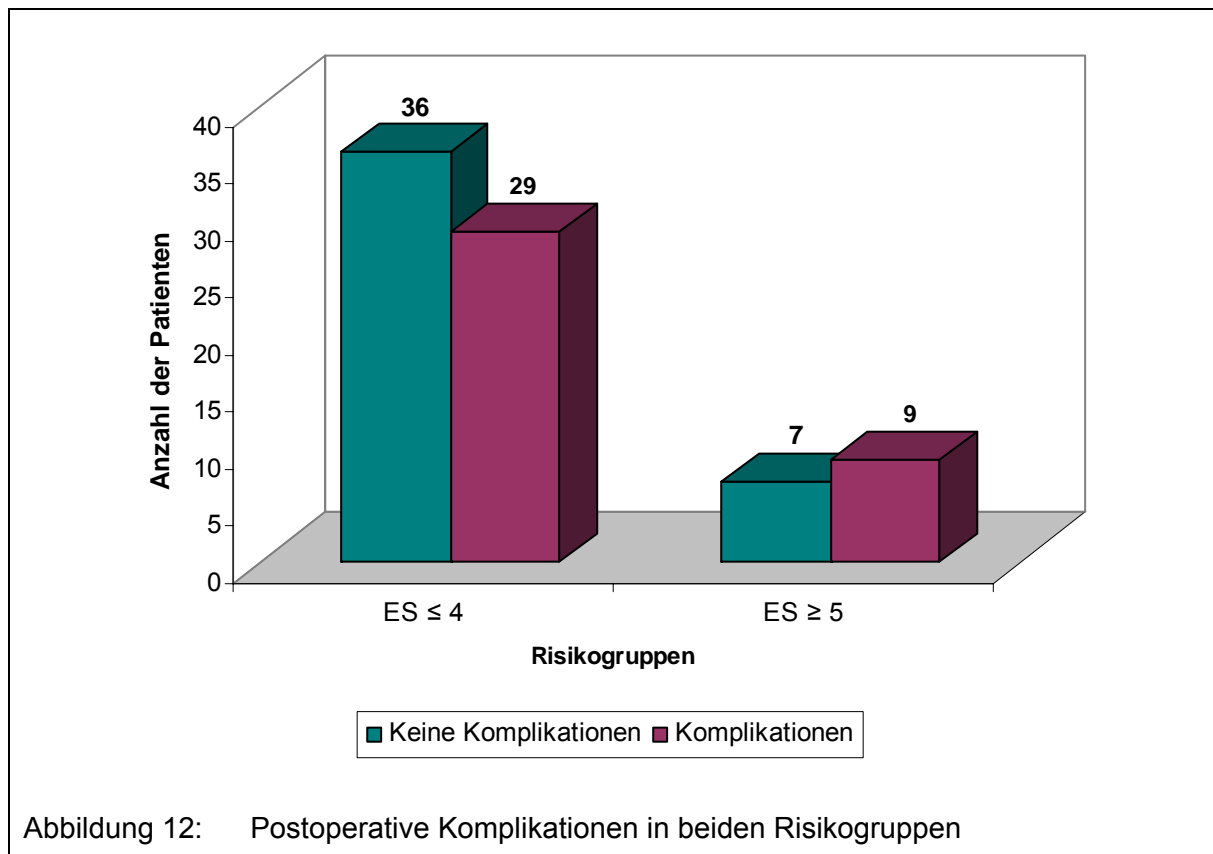
3.2.6 Operativ und postoperativ aufgetretene Komplikationen im Verhältnis zum Operationsrisiko

Nachfolgend werden die oben bereits beschriebenen Komplikationen, die während der Operation oder im Anschluß an diese auftraten mit dem präoperativ bestimmten Euroscore, für die Beurteilung des Operationsrisiko, verglichen. Entsprechend erfolgte eine Einteilung der Patienten in eine Gruppe mit niedrigem Operationsrisiko (Euroscore von 0-4) und in eine Gruppe mit hohem Operationsrisiko (Euroscore von 5-9). Diese Untergliederung ergab eine Zuordnung von 65 Patienten (80,2%) zur Gruppe mit niedrigem Risiko und von 16 Patienten (19,8%) zur Gruppe mit hohem Operationsrisiko (3 Patientenangaben fehlen bezüglich des Euroscore).

In Abbildung 11 wird das Auftreten von Komplikationen unter der Operation in beiden Risikogruppen vergleichend gegenübergestellt. Unter den operativen Komplikationen habe ich die in Abbildung 8 aufgeführten Komplikationen und die bei fünf Patienten erforderliche Konversion zum konventionellen Verfahren (siehe Abbildung 7) summiert.



In der Gruppe mit niedrigem Operationsrisiko traten Komplikationen bei 17 Patienten (26,1%) auf und in der Gruppe mit hohem Operationsrisiko bei 11 Patienten (68,7%). In Abbildung 12 werden die postoperativ aufgetretenen Komplikationen zusammengefasst und für die beiden Risikogruppen dargestellt. Es traten bei 29 Patienten (44,6%) der Gruppe mit geringem Risiko und 9 Patienten (56,3%) der Gruppe mit hohem Risiko Komplikationen auf.



Durch die statistische Auswertung der operativen und postoperativen Komplikationen der mittels MIDCAB operierten Patienten, ohne Unterteilung nach Geschlecht, gezeigt werden, dass sich zwar bezüglich der operativen Komplikationen speziell in Bezug auf Probleme bei der Identifikation der Anastomosengefäße signifikante Unterschiede zwischen den beiden Risikogruppen ergeben haben. Allerdings wurde dann bei der Gegenüberstellung der postoperativen Komplikationen in beiden Risikogruppen dieser Unterschied wieder aufgehoben, denn hier ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Risikogruppen. Im Hinblick auf Unterschiede der MIDCAB Methode zum konventionellen Bypassverfahren ist gerade dieser Aspekt ist von besonderem

Interesse, da durch den Verzicht auf die Herz-Lungenmaschine bedrohliche postoperative Komplikationen vermieden werden konnten.

Im postoperativen Verlauf sind zwei Patienten verstorben. Ein Patient gehörte der Gruppe mit geringem Operationsrisiko an und ein Patient der Gruppe mit hohem Operationsrisiko. Demzufolge hat sich bezüglich der Frühletalität kein signifikanter Unterschied in den beiden Risikogruppen ergeben ($p=0,32$).

3.2.7 Darstellung zeitlicher Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt

In Tabelle 12 werden die zeitlichen Größen zusammengefaßt, die für die Bewertung des Klinikaufenthaltes von Relevanz sind. Da bei fünf Patienten im weiteren Operationsverlauf eine Umstellung des MIDCAB Verfahrens auf die konventionelle Methode mittels Herz-Lungenmaschine und medianer Sternotomie erfolgte, wurden die zeitlichen Parameter für diese Gruppe von Patienten zum Vergleich separat dargestellt (Tabelle 13).

Der operative Eingriff dauerte im Mittel, bei den komplett durch MIDCAB revaskularisierten Patienten, 2 Stunden und 36 Minuten. Anschließend verbrachten die Patienten durchschnittlich 1,64 Tage auf der Intensivstation und verblieben insgesamt im Durchschnitt 11,73 Tage stationär in der Chirurgie.

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
Dauer der Operation	1 h 10 min	4 h 30 min	2 h 36 min	1 h 5 min
Dauer des ITS-Aufenthaltes	1 d	22 d	1,64 d	2,66 d
Dauer des Krankenhausaufenthaltes	7 d	24 d	11,73 d	3,82 d

Tabelle 12: Darstellung zeitlicher Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt für MIDCAB Patienten

Bis auf den mittleren ITS-Aufenthalt, lagen die zeitlichen Parameter bei den 5 Patienten, bei denen unter der Operation eine Konversion des MIDCAB Verfahrens vorgenommen wurde, höher als bei den vollständig durch MIDCAB revaskularisierten Patienten. Wobei die längere Operationszeit vor allem auch darauf zurückzuführen ist, dass primär der Versuch zur Revaskularisation mittels MIDCAB angestrebt wurde und die Entscheidung zur Konversion erst sekundär erfolgte (Tabelle 13).

	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard- abweichung
Dauer der Operation	1 h 46 min	5 h 43 min	4 h 34 min	2 h 13 min
Dauer des ITS-Aufenthaltes	1 d	4 d	1,71 d	1,30 d
Dauer des Krankenhausaufenthaltes	12 d	21 d	15,83 d	3,89 d

Tabelle 13: Darstellung zeitlicher Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt bei Patienten mit Konversion auf das konventionelle Verfahren

3.3 Evaluierung der Operationsmethode durch die Patienten

Der in drei Hauptaspekte gegliederte Evaluierungsbogen mit insgesamt 16 Fragen wurde an 76 Patienten versandt, drei Patienten waren im Zeitraum nach der Operation verstorben. Bei fünf Patienten erfolgte unter der Operation eine Konversion des geplanten MIDCAB Verfahrens in der Weise, dass die Herz- Lungen Maschine und die Sternotomie zur Unterstützung bei der Präparation angewandt werden mussten. Der versandte Fragebogen wurde von 5 Patienten nicht zurückgesandt, so dass insgesamt 71 Patienten die Fragen beantwortet haben. Bei der Darstellung der Ergebnisse dieses Abschnittes wurde weitgehend der

Gliederung des Fragebogens gefolgt. Zunächst wird der Schmerzaspekt beleuchtet, gefolgt von Aussagen zu Wundheilung und psychischer Komponente.

Am Schluß steht die Gesamteinschätzung der Patienten, die den gesamten Genesungsprozess jedes einzelnen Patienten in einer Bewertungsnote zusammenfasst.

3.3.1 Schmerz

Die Patienten waren zunächst aufgefordert, eine Einschätzung der Größe ihrer Operationswunde vorzunehmen und anschließend den unmittelbar postoperativ aufgetretenen Schmerz zu beurteilen.

3.3.1.1 Schmerzstärke in Abhängigkeit von der Wundheilung

In Tabelle 14 wird die Schmerzstärke in Abhängigkeit von der Wundheilung dargestellt, um zu beurteilen, ob dass subjektive Schmerzempfinden mit der Wundgröße in Zusammenhang gebracht werden kann.

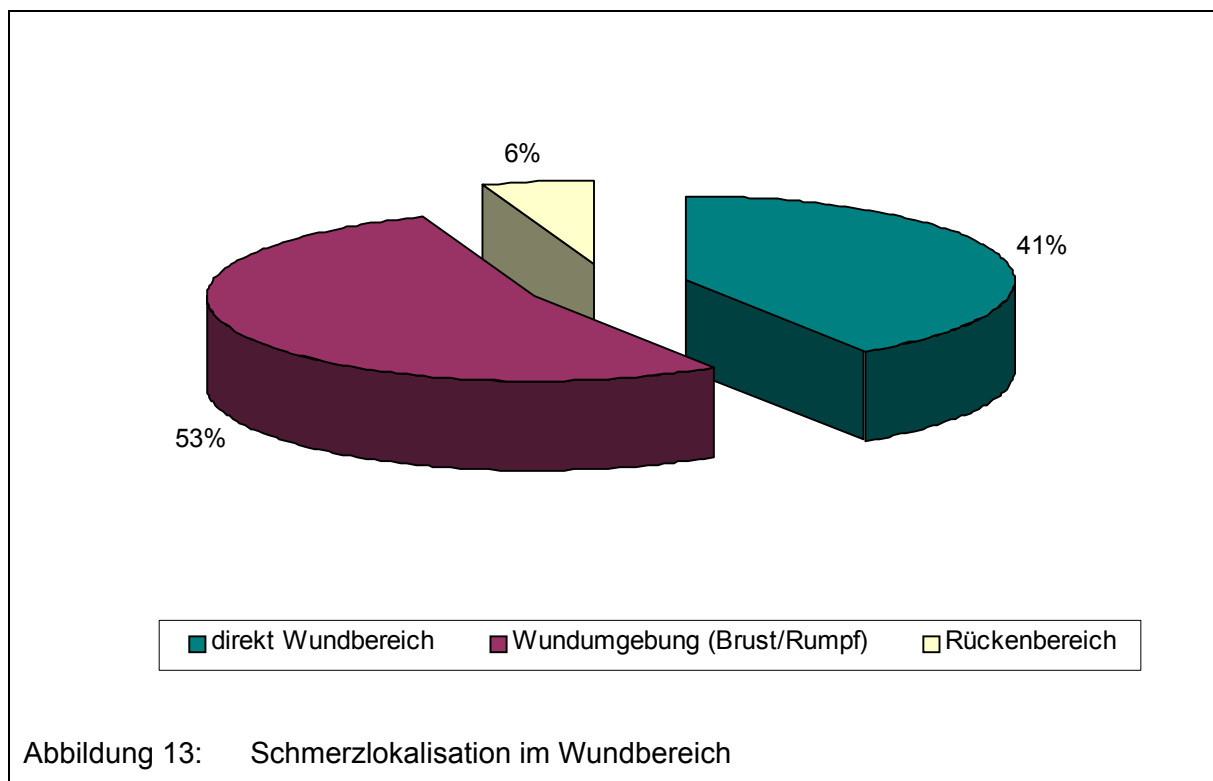
	Schmerzstärke					
	sehr gering	gering	mäßig	stark	sehr stark	Gesamt
5-10 cm	6% (3)	44% (22)	26% (13)	14% (7)	10% (5)	50
größer als 10 cm	11% (2)	21% (4)	47% (9)	21% (4)		19
15 cm	100% (2)					2
Gesamt	7	26	22	11	5	71
Wundgröße						

Tabelle 14: Die Beurteilung der Schmerzstärke in Abhängigkeit von der Wundgröße

Insgesamt wiesen 70,4% der Patienten eine Wundgröße von 5-10 cm auf. Von diesen Patienten empfanden 50% den postoperativen Schmerz als sehr gering bis gering. Im Gegensatz zu den 26,8% der Patienten mit einer Wundgröße von größer als 10 cm, die den Schmerz in 32 % der Fälle als sehr gering bis gering bewerteten. Auch wurde von der Patientengruppe mit der größeren Wunde (größer als 10 cm) der Schmerz häufiger als mäßig (47%) oder stark (21%) empfunden als in der Patientengruppe mit einer kleineren Wunde der Größe 5-10 cm (Tabelle 14).

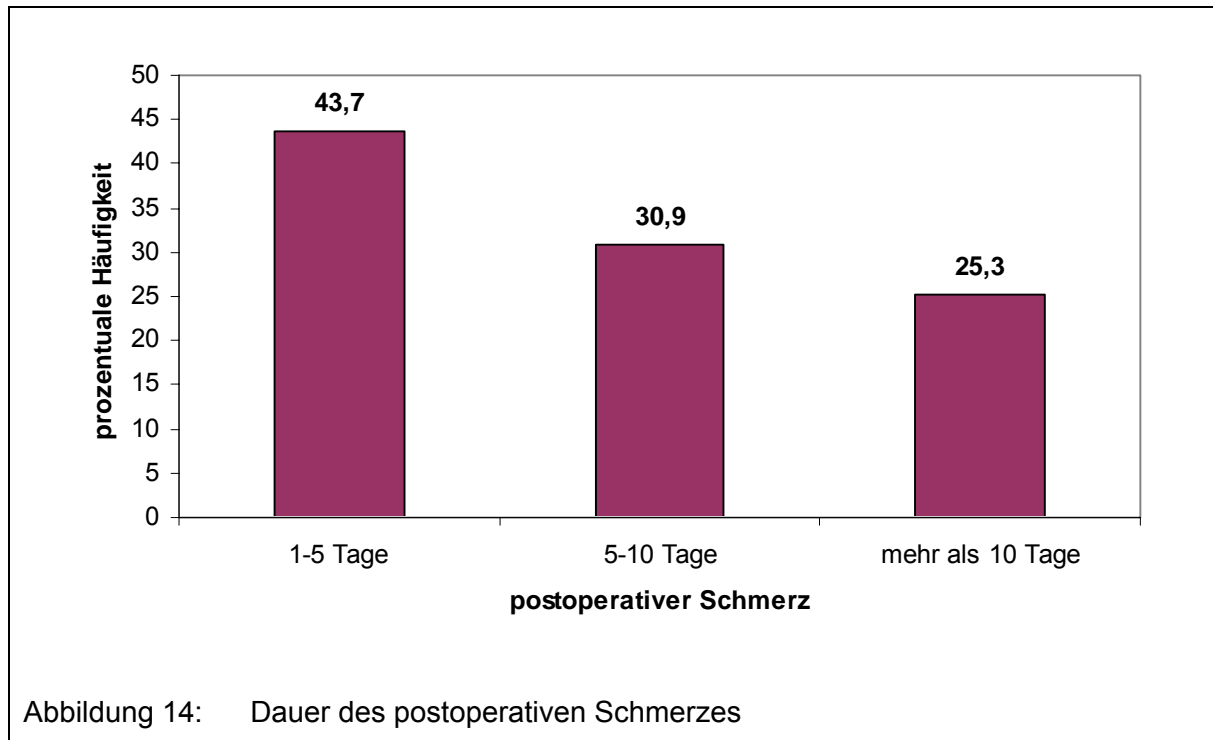
3.3.1.2 Lokalisation des postoperativen Schmerzes

Die unmittelbare Lokalisation des postoperativen Schmerzes wird in Abbildung 13 gezeigt. Bei 53% der Patienten strahlte der unmittelbar postoperative Schmerz in den oberen Brustbereich aus, während 41% den Schmerz direkt im Wundbereich lokalisierten (Abbildung 13).



3.3.1.3 Dauer des postoperativen Schmerzes

Nach der Beurteilung der Schmerzstärke und der Schmerzlokalisierung folgte die Frage nach der Dauer des postoperativen Schmerzes. Insgesamt 74,6% der befragten Patienten hatten bis maximal zehn Tage nach der Operation den postoperativen Schmerz verspürt (Abbildung 14).



3.3.2 Wundheilung

Nach der Beurteilung der Schmerzen, die kurz nach der Operation auftraten, sollten die Patienten Aussagen zur Heilung ihrer Wunde treffen.

3.3.2.1 Dauer der Wundheilung

Nur bei 1,4% der Patienten hat die Wundheilung länger als sechs Wochen andauert. Bei mehr als der Hälfte der Patienten (61,9%) war die Wundheilung nach 3 Wochen abgeschlossen (Abbildung 15).

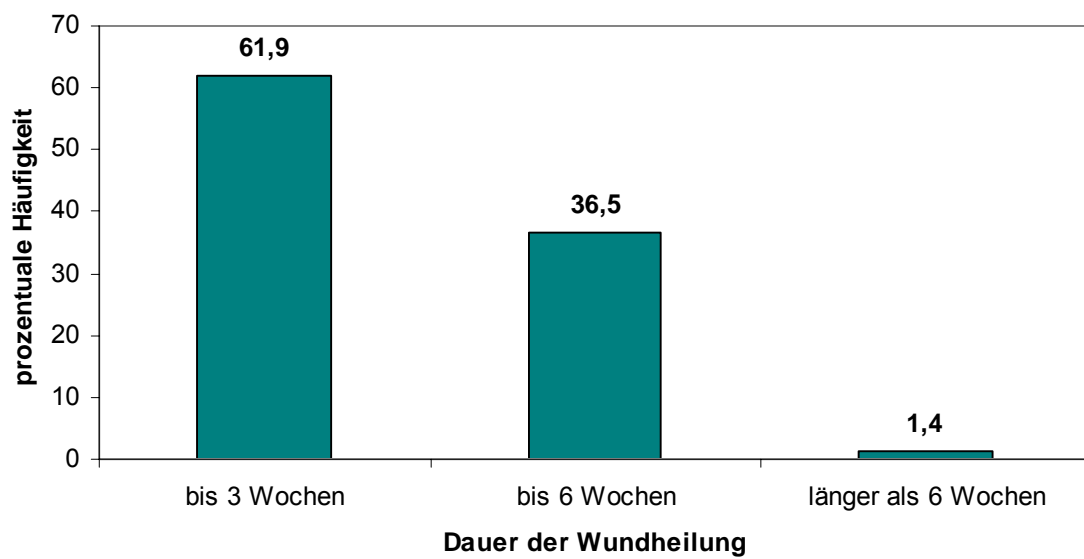


Abbildung 15: Einschätzung der Wundheilung durch die Patienten

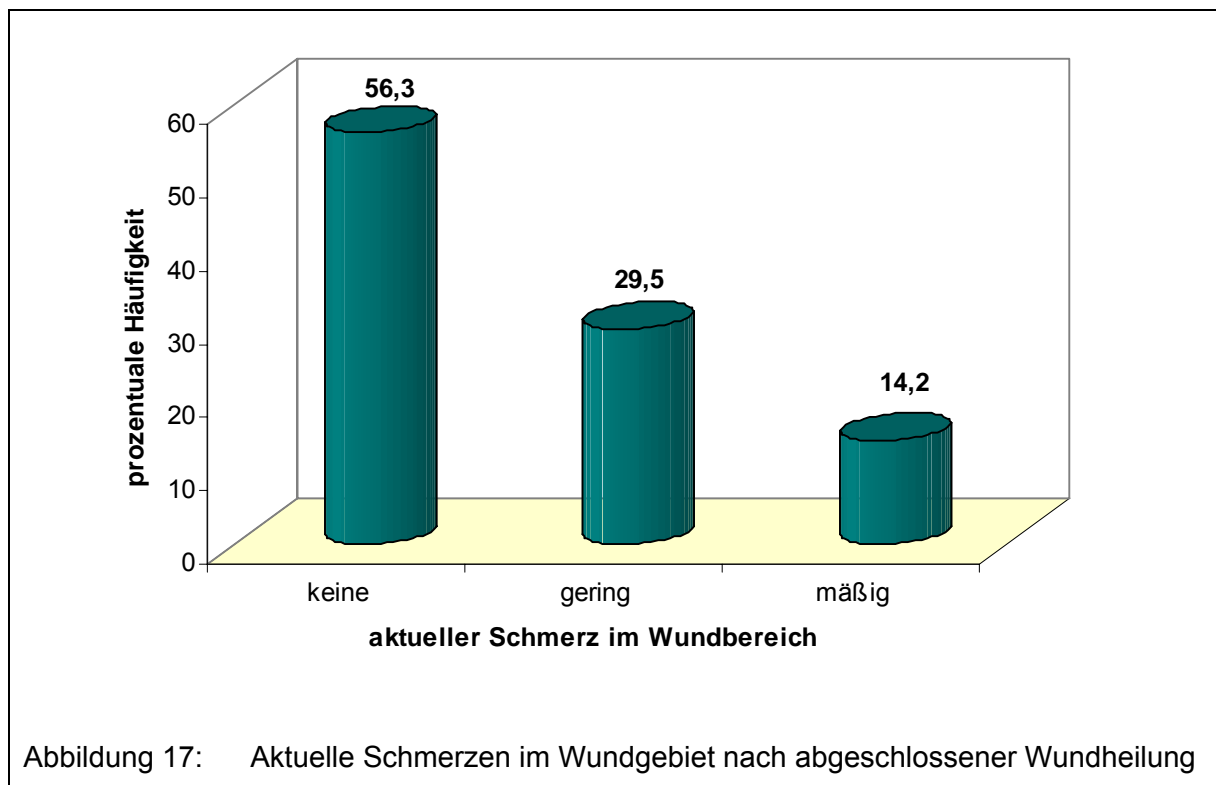
In Abbildung 16 wird die gut verheilte Wundnarbe unterhalb der linken Mamille eines Patienten aus der Studiengruppe gezeigt.



Abbildung 16: Verheilte Wundnarbe eines Patienten

3.3.2.2 Aktuelle Schmerzen im Wundgebiet

Nach abgeschlossener Wundheilung beklagte kein Patient mehr starke oder sehr starke Schmerzen im Wundbereich. Insgesamt 85,8% der Patienten verspüren keine oder nur noch geringe Schmerzen (Abbildung 17).



3.3.2.3 Beeinträchtigungen im Alltag durch die Wundnarbe

50 Patienten (70,4%) fühlen sich im Alltag durch ihre Wundnarbe nicht beeinträchtigt (Tabelle 15). Kein Patient beschreibt starke Einschränkungen im täglichen Leben.

	Häufigkeit	Prozent
Keine Beeinträchtigung	50	70,4
Geringe Beeinträchtigung	8	11,2
Mäßige Beeinträchtigung	13	18,3

Tabelle 15: Beeinträchtigungen im Alltag durch die Wundnarbe

3.3.2.4 Wundheilung in Abhängigkeit vom Body Mass Index

Abbildung 18 veranschaulicht den Verlauf der Wundheilung in Abhängigkeit vom Body Mass Index. Die Patienten wurden jeweils einer von drei Gruppen zugeordnet. Die Zuordnung erfolgte unabhängig vom Geschlecht. Patienten mit einem BMI von 20 bis 24 sind normalgewichtig, Patienten mit einem BMI von 25 bis 29 sind leicht bis stark übergewichtig und Patienten mit einem BMI von 30 bis 39 sind als adipös einzustufen. Kein Patient hatte eine schwere Adipositas mit einem BMI von über 40. Von den 71 Patienten konnten 41 Patienten (57,7%) der Gruppe der übergewichtigen Patienten (BMI 25-29) zugeordnet werden. Zur Gruppe der adipösen Patienten mit einem BMI von 30 bis 39 zählten 18 Patienten (25,3%) (Tabelle 16).

In Abbildung 18 wird deutlich, dass bezüglich der Wundheilung keine eindeutigen Unterschiede in den einzelnen BMI-Gruppen zu verzeichnen sind. In allen BMI - Gruppen verlief die Wundheilung zu 75%-88,9% problemlos. Auch bei den Patienten, bei denen die Wundheilung durch eine leichte Entzündung verzögert wurde, konnten nur geringe Differenzen in den einzelnen Gruppen von 11,1% bis 17% beobachtet werden. Patienten mit einem BMI von 30-39 wiesen mit 11,1% sogar die niedrigste Rate an Wundheilungsstörungen mit leichter Entzündung auf.

	Wundheilung		
	Ohne Probleme	Mit leichter Entzündung	Aufbruch Naht
20-24	9	2	1
25-29	33	7	1
30-39	16	2	
BMI			

Tabelle 16: Darstellung der absoluten Häufigkeiten in Bezug auf die Wundheilung in Abhängigkeit vom Body Mass Index der Patienten

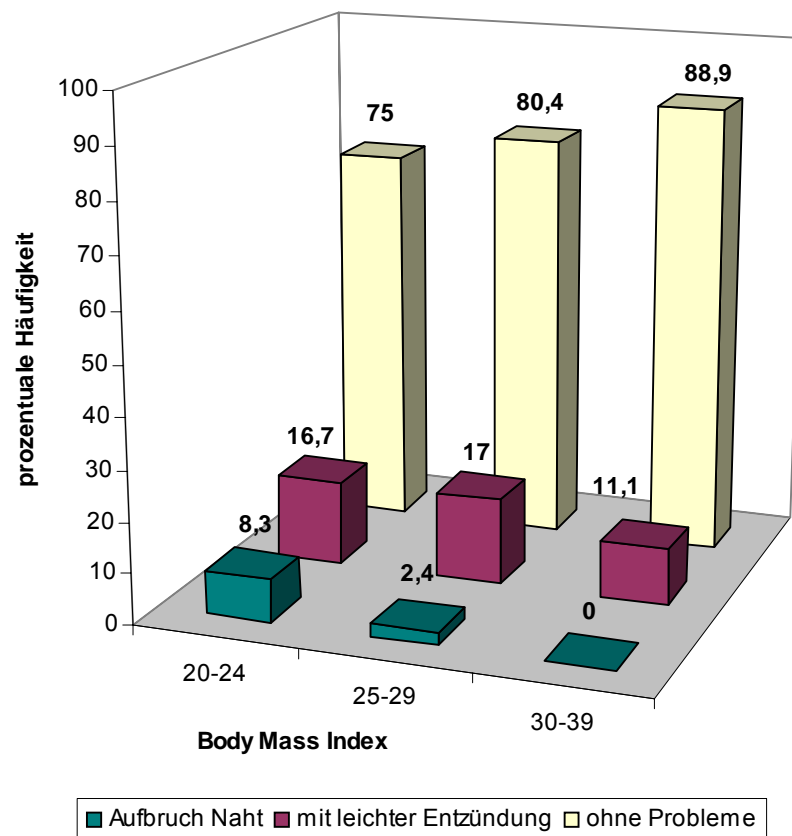
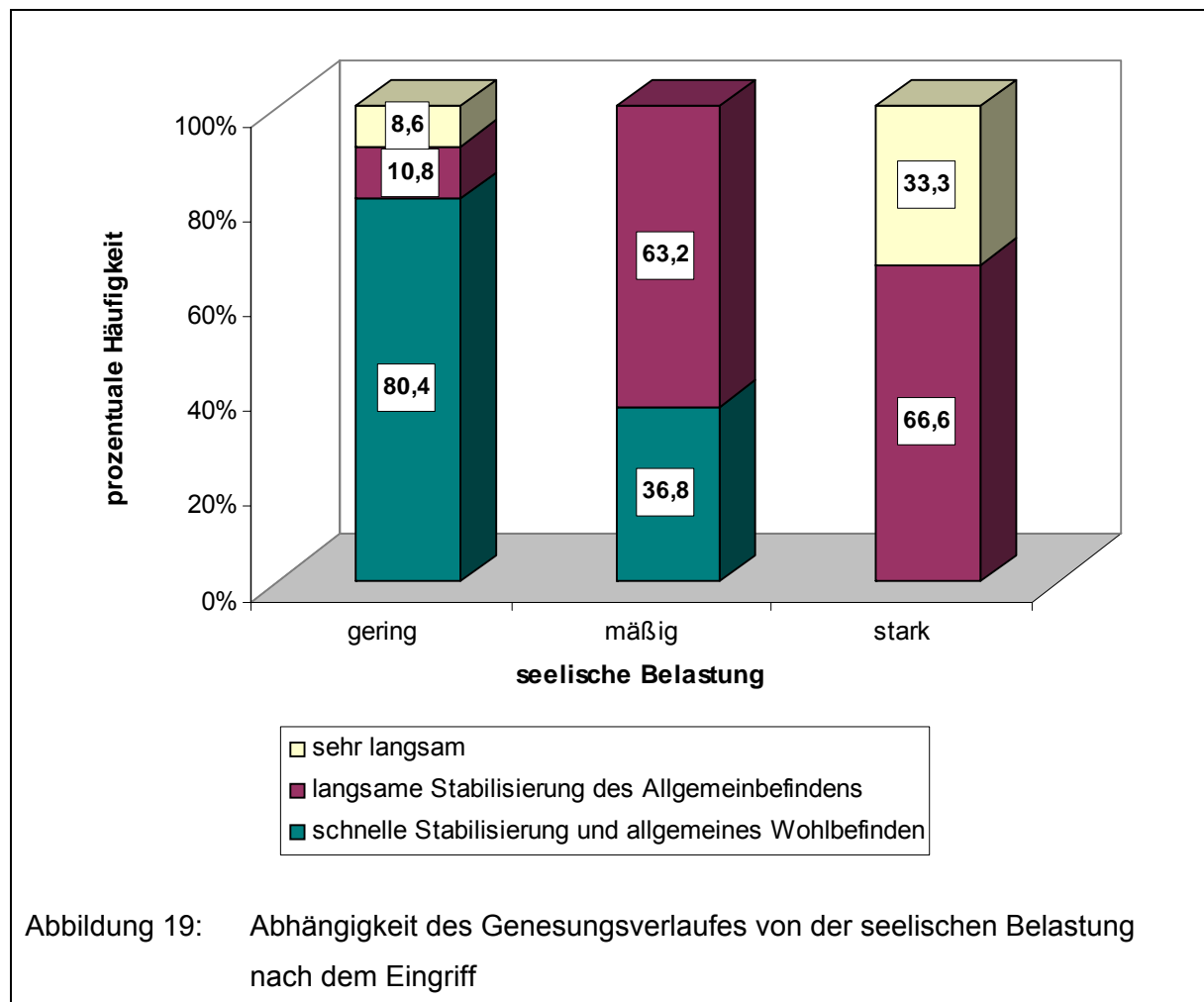


Abbildung 18: Darstellung der Wundheilung in Abhängigkeit vom Body Mass Index der Patienten

3.3.3 Soziale Aspekte

3.3.3.1 Abhängigkeit des Genesungsverlaufes von der seelischen Belastung nach dem Eingriff

Abbildung 19 zeigt den Verlauf des Genesungsprozesses in Abhängigkeit von der seelischen Belastung der Patienten.



Patienten, die sich durch den Eingriff psychisch nur gering belastet fühlten (46 Patienten), haben sich zu 80,4% nach eigener Einschätzung auch gesundheitlich schneller stabilisiert. Wurde die seelische Belastung von den Patienten als mäßig bewertet (19 Patienten), so reduziert sich in dieser Gruppe der prozentuale Anteil der Patienten, die sich schnell erholen, auf 36,8%. Bei starker psychischer Belastung (6 Patienten) verlief für 66,6% die Stabilisierung des Allgemeinbefindens

langsam und für 33,3% sehr langsam. Kein Patient aus dieser Gruppe gelangte schnell zu einem subjektiven Wohlbefinden zurück (Abbildung 19). Die Patienten mit geringer seelischer Belastung und die Patienten mit starker seelischer Belastung unterscheiden sich signifikant in Bezug auf die schnelle Wiederherstellung eines stabilen Allgemeinbefindens ($p=0,002<0,05$). Bei der Signifikanzprüfung wurden die sehr langsame und die langsame Wiederherstellung eines stabilen Allgemeinbefindens zu einem Betrachtungsparameter zusammengefasst.

3.3.3.2 Abhängigkeit der vollständigen Heilung vom Alter der Patienten

		Alter	in	Gruppen
		1	2	3
Vollständige Heilung	ja, vollständig	50% (12)	41,6% (10)	52,2% (12)
	ja, aber mit einigen Einschränkungen	41,6% (10)	45,8% (11)	34,8% (8)
	nein	8,3% (2)	12,5% (3)	13% (3)

Gruppe 1: 34a – 53 **Gruppe 2:** 54a – 67 **Gruppe 3:** 68a – 81a

Tabelle 17: Abhängigkeit der vollständigen Heilung vom Alter der Patienten, Darstellung der absoluten Häufigkeit in Klammern

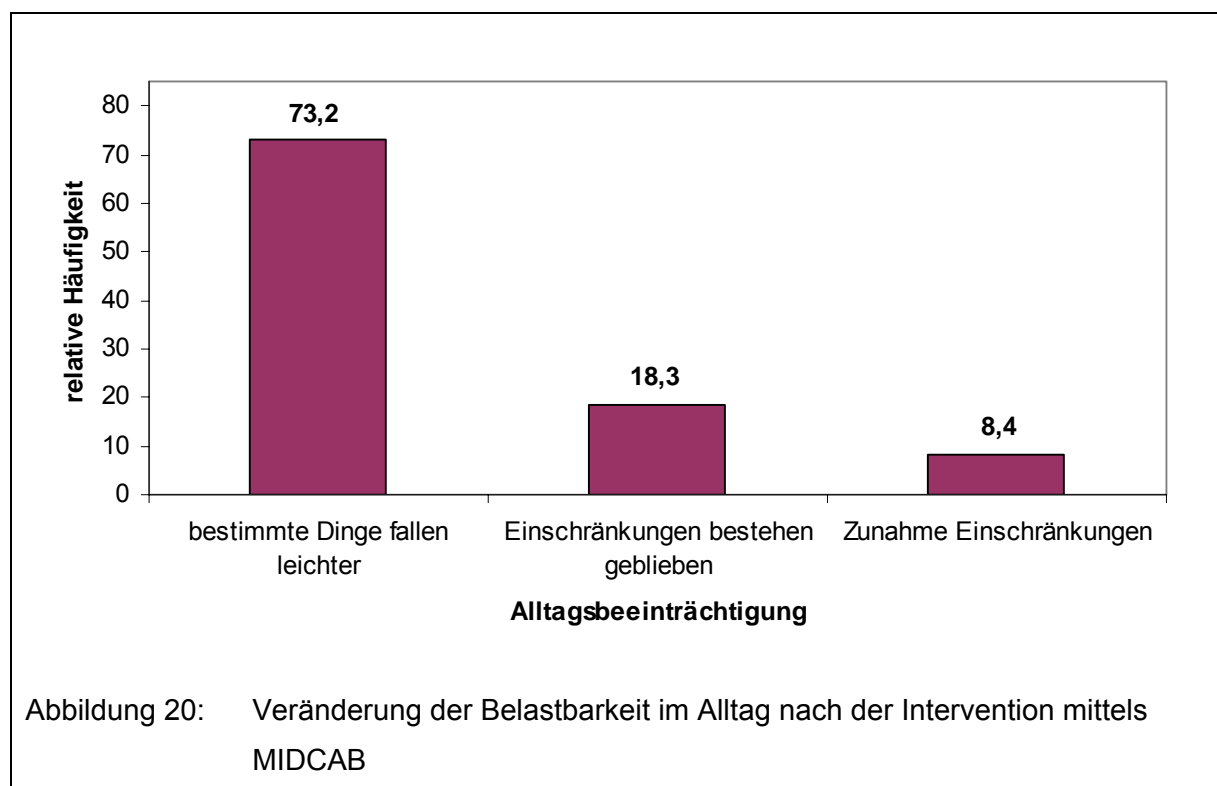
Die Patienten wurden je nach ihrem Alter entsprechenden Gruppen 1 bis 3 zugeordnet und der Heilungsverlauf in den einzelnen Altersgruppen erfasst. Der Altersbereich, über den sich die einzelnen Gruppen erstrecken, kann der Legende unterhalb der Tabelle entnommen werden.

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass sich die Aussagen der Patienten in den jeweiligen Altersgruppen nicht wesentlich unterscheiden. In Gruppe 1 und 3 fühlte sich die Mehrzahl der Patienten (50% und 52,2%) vollständig geheilt, während in Gruppe 2 der überwiegende Teil der Patienten (45,8%) noch Einschränkungen zu beklagen hatte. Mit zunehmendem Alter nimmt auch der Anteil der Patienten leicht

zu, die sich nicht vollständig geheilt fühlen, von Gruppe 1 mit 8,3% über Gruppe 2 mit 12,5% bis hin zu Gruppe 3 mit 13% (Tabelle 17). Als Grund für diese Einschätzung machten 3 Patienten die fortbestehende Belastungsdyspnoe und 4 Patienten die noch vorhandene körperliche Schwäche verantwortlich. Ein Patient erläuterte seine Aussage nicht näher. Es lassen sich keine signifikanten Unterschiede in den einzelnen Altersgruppen für eine vollständige Heilung bzw. eine Heilung mit einigen Einschränkungen erkennen ($p>0,05$).

3.3.3.3 Veränderung der Belastbarkeit im Alltag nach dem Eingriff

Im Rahmen der Beurteilung des Heilungsprozesses wurde bezug genommen auf den Aspekt der aktuellen Einschränkungen im Alltag durch die Herzerkrankung. Die Patienten waren dazu aufgefordert einzuschätzen, ob sie nach der Operation weniger Einschränkungen haben als vorher, ob diese sogar zugenommen haben oder ob die Einschränkungen bestehen geblieben sind.



In Abbildung 20 wird gezeigt, dass bei 73,2% der Patienten eine Aufhebung von Alltagseinschränkungen, bedingt durch die Herzerkrankung, nach dem Eingriff stattgefunden hat.

3.3.3.4 Dauer bis zur Wiederherstellung des körperlichen und psychischen Gleichgewichtes

Am Schluss dieses Fragekomplexes waren die Patienten aufgefordert, eine grobe Einschätzung der Dauer ihres Genesungsprozesses anzugeben (Tabelle 18).

Dauer bis zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes	Prozentuale Häufigkeit
2-4 Monate	69%
5-8 Monate	8,5%
9-12 Monate	5,6%
Bis 18 Monate	4,2%
Noch keine vollständige Rehabilitation	12,7%

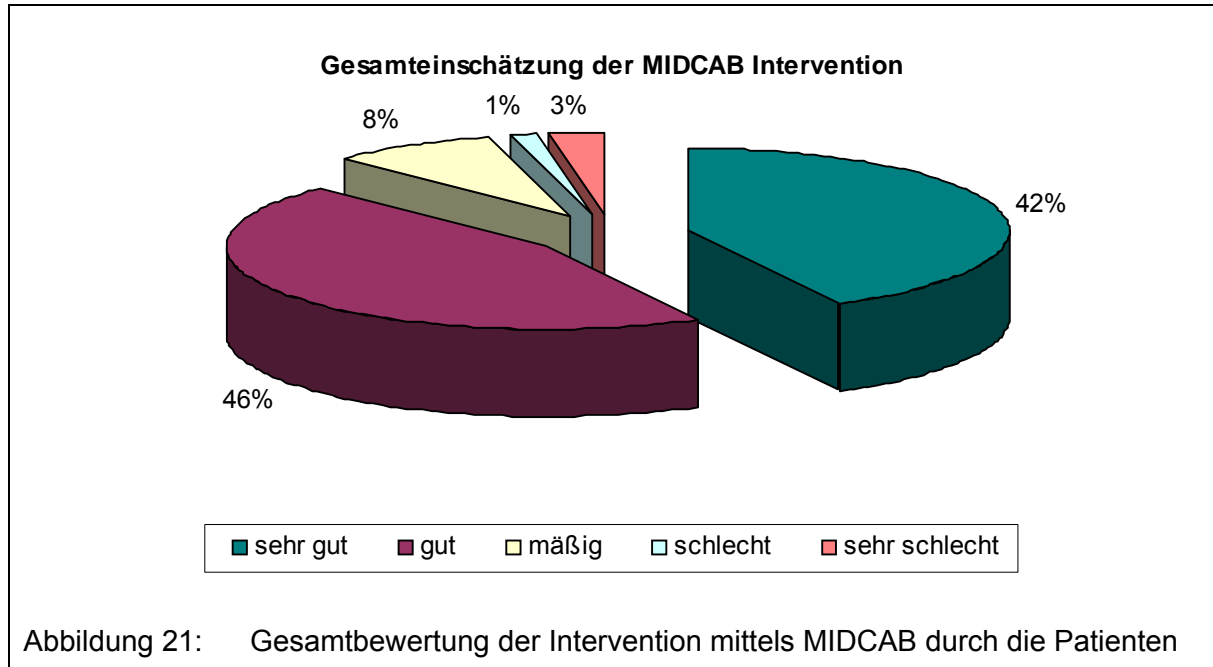
Tabelle 18: Dauer bis zur Wiederherstellung des körperlichen und psychischen Gleichgewichtes

Bei 69% der Patienten dauerte die physische und psychische Rehabilitation 2-4 Monate. Dennoch war bei 12,7% der Patienten bis zum Befragungszeitpunkt noch keine vollständige Rehabilitation eingetreten, was mit den oben aufgeführten Aussagen der Patienten zur vollständigen Heilung nahezu übereinstimmt, da hier insgesamt 11,2% der Patienten eine vollständige Heilung bereits verneint hatten (siehe Tabelle 17).

3.3.4 Gesamteinschätzung

Am Ende des Fragebogens sollten die Patienten eine abschließende Gesamtbewertung, nach Abwägung ihrer Antworten aus den vorangegangenen Fragen, vornehmen. Die Auswertung ergab, dass insgesamt 88% der Patienten mit dem Eingriff überdurchschnittlich zufrieden waren und ihn demzufolge mit sehr gut

oder gut bewerteten. Mäßig, also durchschnittlich, schätzten 8% der Patienten den Eingriff ein und 4% waren bei einer Bewertung mit schlecht oder sehr schlecht eher unzufrieden mit der MIDCAB Intervention (Abbildung 21).



3.4 Beurteilung der kardialen Funktion der Patienten nach der Rehabilitation

Der Ablauf der Datenerhebung wurde bereits unter 2.2.2.3 näher beschrieben. Der Fragebogen wurde an die 76 behandelnden Ärzte versandt, wobei 52 Ärzte (68,4%) mir den ausgefüllten Fragebogen zurückgesandt haben.

3.4.1 Aktuelle Beschwerden

3.4.1.1 Allgemeinzustand und NYHA Stadium

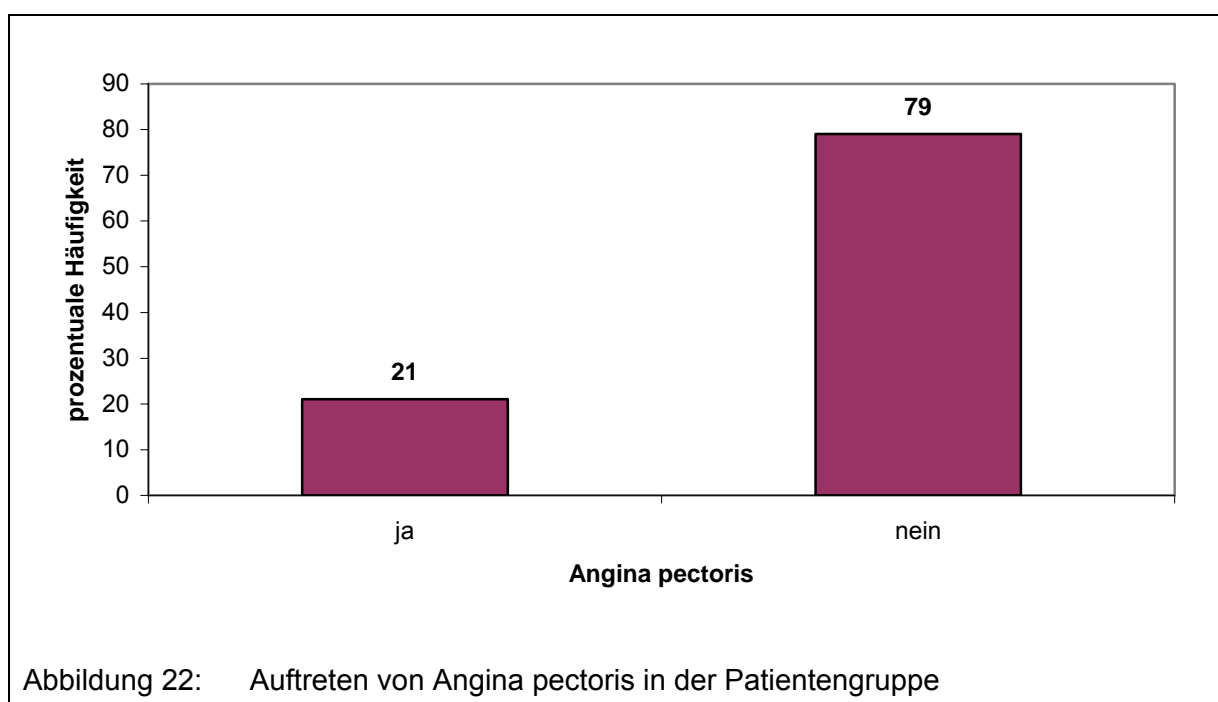
In Tabelle 19 wird der Allgemeinzustand der Patienten im Verhältnis zum NYHA-Stadium dargestellt. Bei nur zwei Patienten liegt ein NYHA Stadium 3 und demzufolge ein reduzierter Allgemeinzustand vor. Von den restlichen 50 Patienten befinden sich 41 Patienten in einem guten Allgemeinzustand mit einem NYHA Stadium 1 (15 Patienten) oder einem NYHA Stadium 2 (26 Patienten).

	NYHA Stadium			
	Stadium 1	Stadium 2	Stadium 3	Gesamt
Guter Allgemeinzustand	15	26		41
Befriedigender Allgemeinzustand	1	2	6	9
Reduzierter Allgemeinzustand			2	2
Gesamt	16	28	8	52
Allgemeinzustand				

Tabelle 19: Verhältnis von NYHA Stadium und Allgemeinzustand

3.4.1.2 Angina pectoris

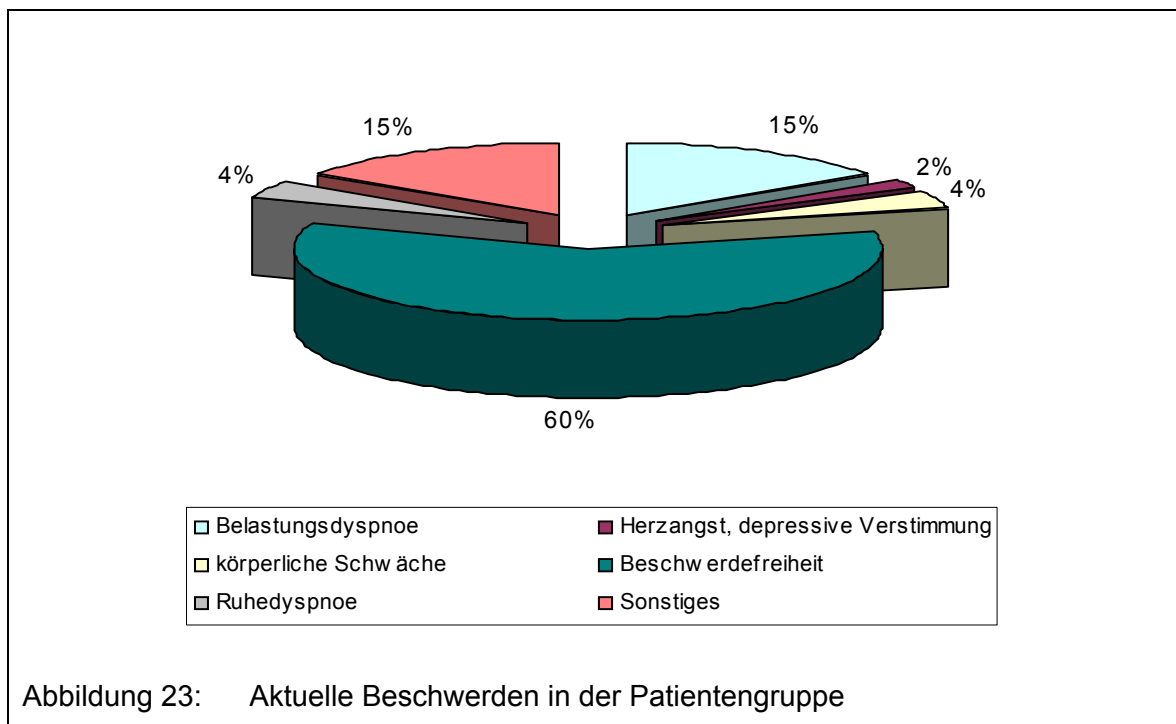
In Abbildung 22 wird das erneute Auftreten von Angina pectoris Beschwerden in der Patientengruppe dargestellt.



Als Zeichen einer erneuten Minderversorgung des Myokards leiden 21% der Patienten nach dem Eingriff wieder unter Angina pectoris Beschwerden (Abbildung 22).

3.4.1.3 Weitere Beschwerden

Abbildung 23 zeigt die Beschwerden auf, die nach der Rehabilitation bei den Patienten neben einer möglichen Angina pectoris noch vorlagen.



Generell beschwerdefrei sind 60% der Patienten. Unter Belastungsdyspnoe leiden nach der Operation 15% der Patienten, unter Ruhedyspnoe und körperlicher Schwäche nur 4% der Patienten.

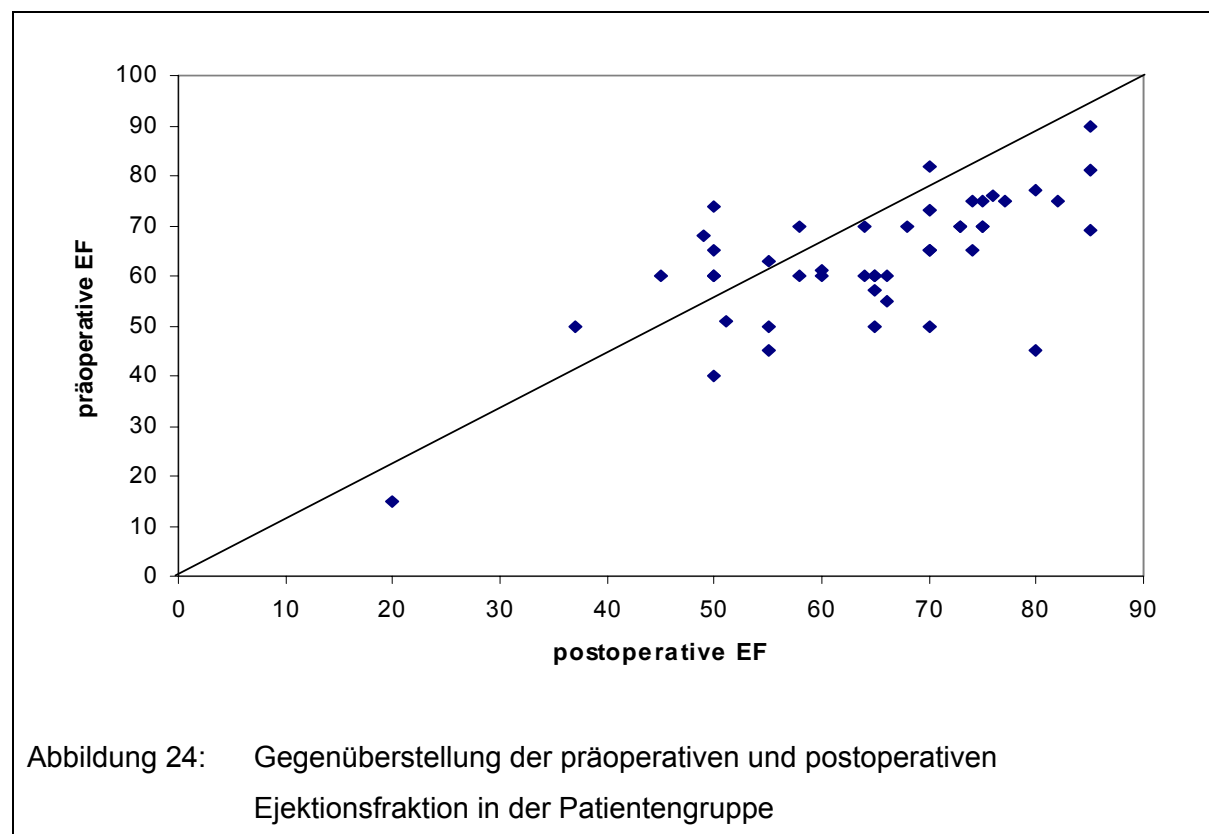
3.4.2 Echokardiographie - Vergleich von präoperativer und postoperativer Ejektionsfraktion

Um eine Aussage zu Verbesserung oder Verschlechterung der Pumpfunktion des Herzens nach der Operation treffen zu können, sind in Abbildung 24 die präoperative und die postoperative Ejektionsfraktion für jeden Patienten, von dem beide Werte vorlagen, gegenübergestellt worden. Zur noch exakteren Einschätzung der Funktion

des Herzens, vor allem des linken Ventrikels, wurde die Beurteilung der Kontraktilität durch die behandelnden Ärzte in Abbildung 25 dargestellt. Die globale Kontraktilität wurde bei 37 Patienten (71,1%) für gut befunden.

In Abbildung 24 werden die präoperative und die postoperative Ejektionsfraktion für jeden einzelnen Patienten, von dem im Nachuntersuchungsbericht des behandelnden Arztes ein genauer Wert für die Ejektionsfraktion beschrieben wurde, gegeneinander aufgetragen. Wäre die präoperative Ejektionsfraktion gleich der postoperativen Ejektionsfraktion, so würde der Wertepunkt direkt auf der Winkelhalbierenden liegen. Bei einer größeren präoperativen Ejektionsfraktion im Vergleich zur postoperativen Ejektionsfraktion, läge der Punkt links der Winkelhalbierenden. Da die meisten Wertepaare rechts der Winkelhalbierenden verteilt sind, lässt sich schlussfolgern, dass die Operation für die Mehrzahl der Patienten zu einer Verbesserung der Ejektionsfraktion geführt hat.

In der Abbildung 24 sind 46 Patienten vertreten, bei den restlichen 6 Patienten konnten keine konkreten Zahlen für die Ejektionsfraktion eruiert werden, in den Berichten wurde für diese Patienten lediglich von einer guten Pumpfunktion des Herzens gesprochen.



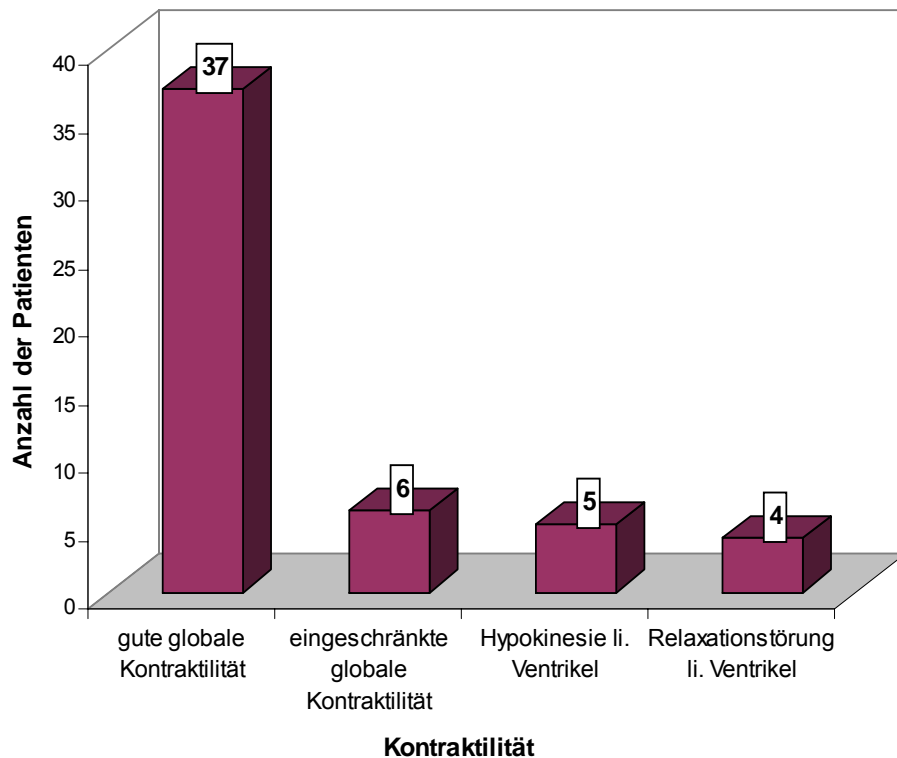


Abbildung 25: Beschreibung der Kontraktilität

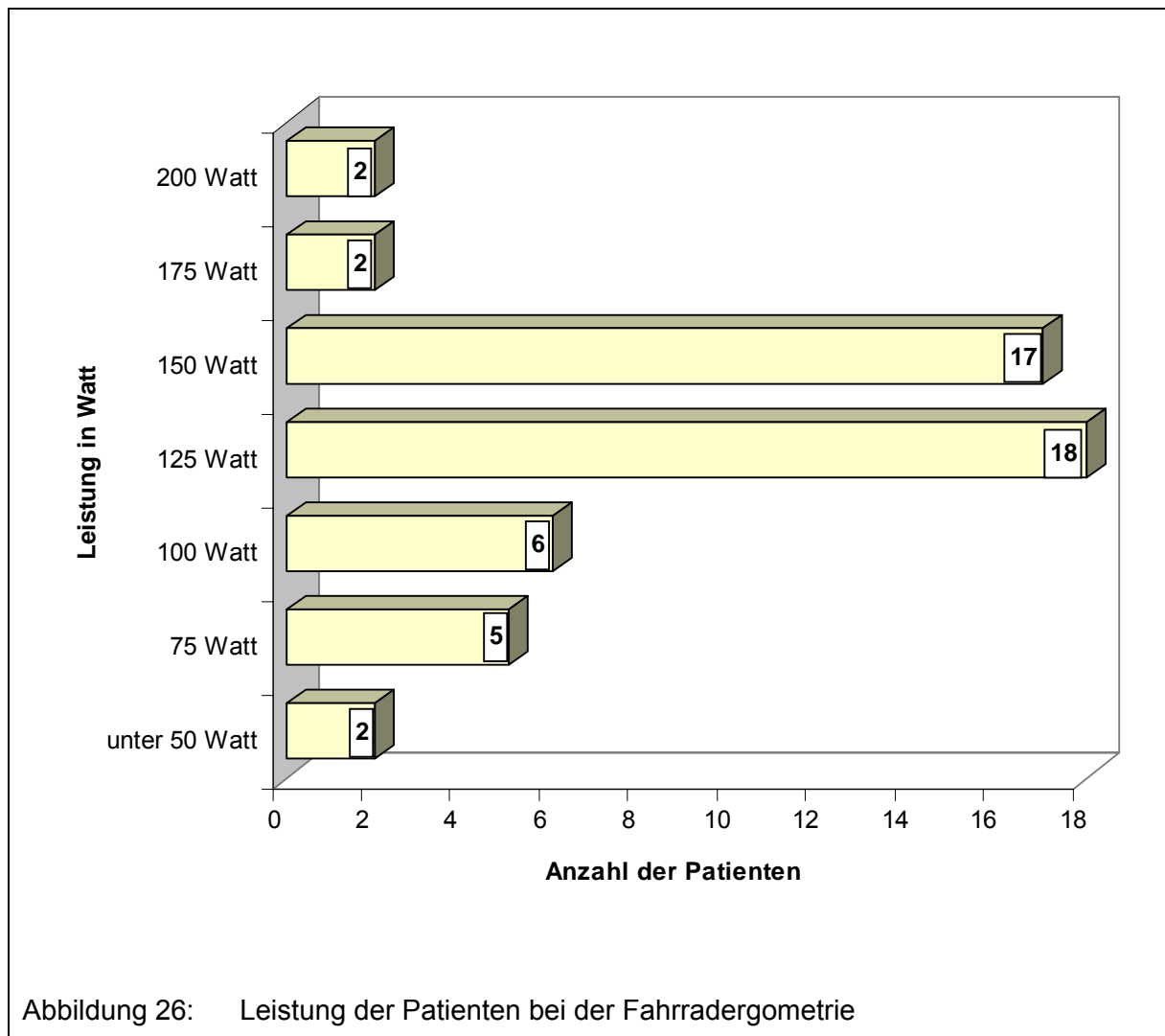
3.4.3 Ergometrie

3.4.3.1 Leistung der Patienten bei der Fahrradergometrie

Die Leistung, die die Patienten während des Rehabilitationsverlaufes bei der Ergometrie erbracht haben, wird in Abbildung 26 beschrieben.

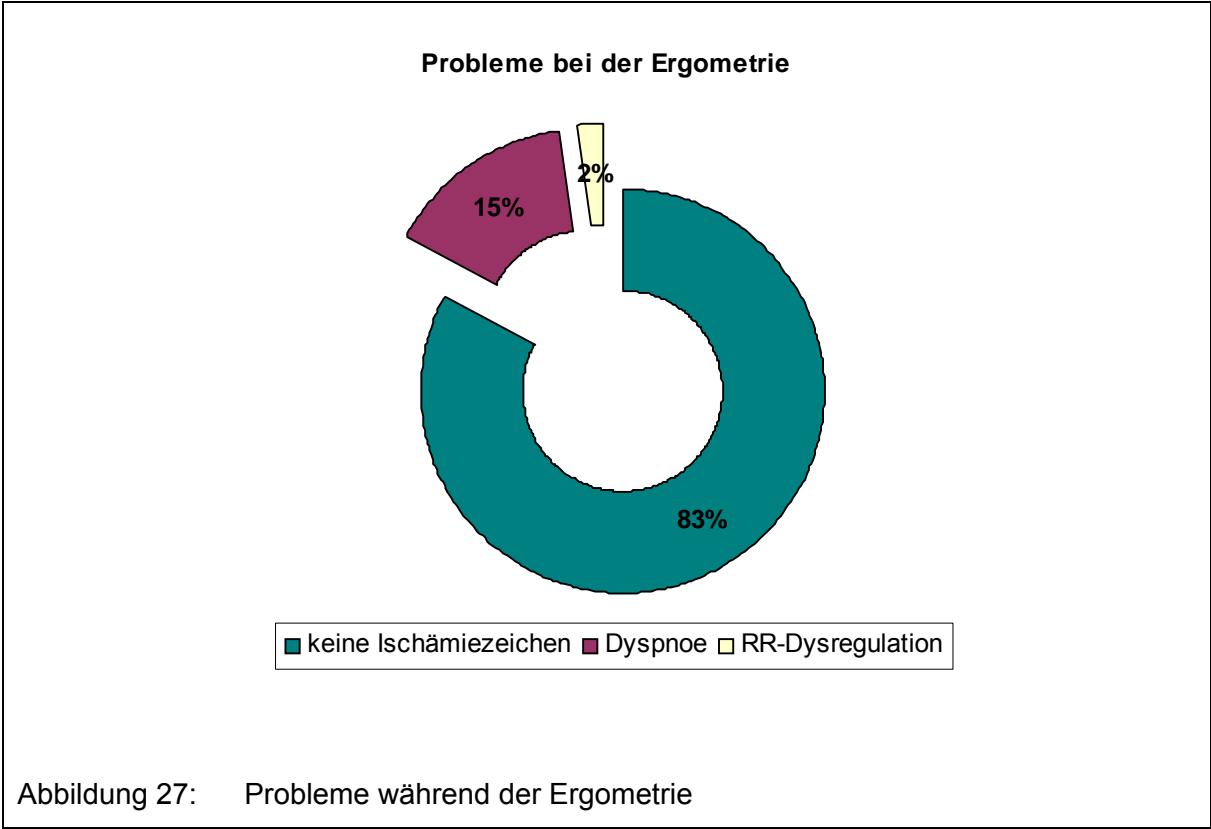
Insgesamt haben 21 Patienten (40,3%) eine Maximalleistung von ≥ 150 Watt bei der Ergometrie erbracht. Diese Patienten können sich körperlich wieder sehr schwer belasten. 18 Patienten konnten sich bis 125 Watt maximal belasten und können, bei einer Dauerbelastbarkeit von 75-100 Watt, schwere Tätigkeiten verrichten.

Zwei Patienten schafften keine 50 Watt als Maximum. Diese Patienten können selbst leichte Tätigkeiten nicht mehr ohne Einschränkungen ausüben.



3.4.3.2 Probleme während der Belastung

Bei 83 % der Patienten zeigten sich keine Ischämiezeichen im EKG. Ein Abbruch wegen Dyspnoe erfolgte bei 15% der Patienten und 2% der Patienten erlitten während der Ergometrie eine Blutdruckentgleisung, sie mussten an dieser Stelle die Ergometrie abbrechen (Abbildung 27).



3.4.4 Ruhe-Elektrokardiogramm

Erregungsrückbildungsstörungen in Form von ST-Senkungen, präterminal negativen T- Wellen oder negativen U- Wellen lagen bei 21,1% der Patienten im Ruhe-EKG vor (Tabelle 20).

	Absolute Häufigkeit	Prozentuale Häufigkeit
Keine Rückbildungsstörungen	41	79
Geringe Rückbildungsstörungen	10	19
Starke Rückbildungsstörungen	1	1

Tabelle 20: Rückbildungsstörungen im Ruhe-EKG

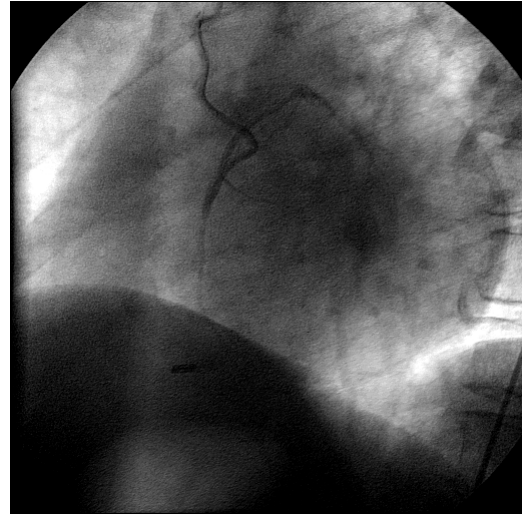
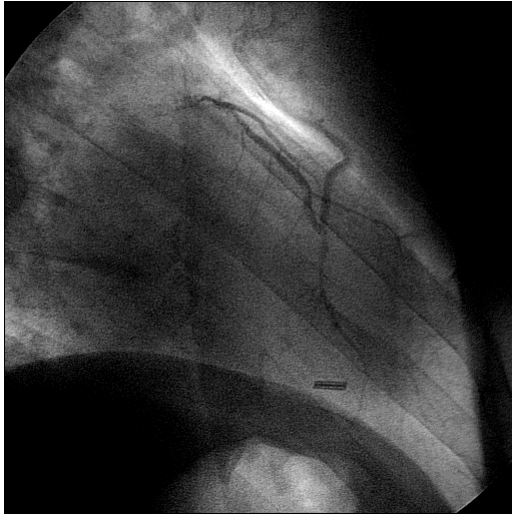
3.5 Darstellung des A. mammaria Bypasses in der Koronarangiographie

In einer Zeitspanne von 7 Tagen bis 33 Monaten nach dem Eingriff wurden 15 Patienten einer Koronarangiographie unterzogen. Die 7 Tage bis einen Monat nach der Operation durchgeführte Koronarangiographie bei 4 Patienten erfolgte im Rahmen eines Hybridverfahrens, d.h. bei diesen Patienten lag eine Mehrgefäßerkrankung vor, die postoperativ eine weitere Intervention mittels PTCA erfordert hat. Von den restlichen 11 Patienten erhielten 9 Patienten eine Herzkatheteruntersuchung zur Kontrolle der Bypassfunktion und bei 2 Patienten stellten kardiale Beschwerden eine Indikation für diese Untersuchung dar. Von den 15 Patienten wiesen 13 Patienten präoperativ eine kritische Stenose im RIVA von größer 80% auf.

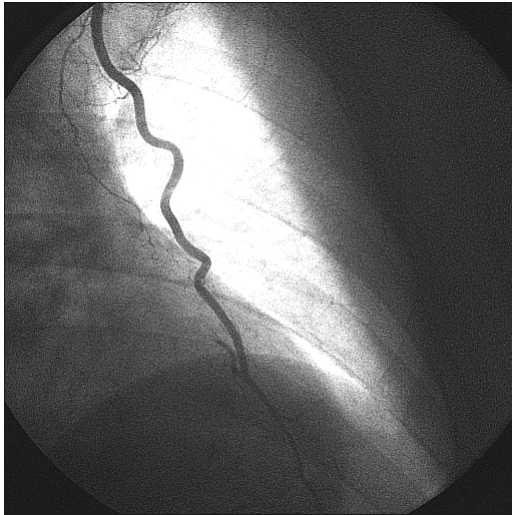
Der A. mammaria Bypass auf den RIVA war bei 14 (93,33%) der 15 Patienten intakt (Tabelle 21).

Patient	Zeitspanne von OP bis Nachkontrolle	Indikation zur Koronarangiographie	KHK	Grad der RIVA Stenose vor der OP	Ergebnis der Koronarangiographie
1	7 Tage	Hybridverfahren: PTCA + Stent RCA und PTCA PLA1	3 KHK	95% im proximalen ACVB auf den RIVA	Bypass intakt
2	1 Monat	Hybridverfahren: PTCA des R. intermedius	2 KHK	90 % Abgangsstenose proximal	Bypass intakt
3	1 Monat	Kontrolle wegen kompliziertem OP-Verlauf	1 KHK	In-Stent Restenose des RIVA	Bypass verschlossen: 2xACVB Op
4	1 Monat	Hybridverfahren: PTCA + Stent RIVP des RCX	2 KHK	Proximal 99% Stenose	Bypass intakt
5	2 Monate	Hybridverfahren: PTCA + Stent des RCX	3 KHK	100% Verschluß	Bypass intakt
6	2 Monate	Kontrolle	1 KHK	90% Stenose RIVA	Bypass intakt
7	5 Monate	Kontrolle wegen Beschwerden	2 KHK	Schwerer Verschluß proximal	Bypass intakt
8	6 Monate	Kontrolle	1 KHK	Mittelgradige Stenose	Bypass intakt
9	6 Monate	Kontrolle	1 KHK	80% Stenose Abgang RD1	Bypass intakt
10	9 Monate	Kontrolle	1 KHK	Medial 80% Verschluß	Bypass intakt
11	9 Monate	Kontrolle	1 KHK	Verschluß am Hauptstamm	Bypass intakt
12	11 Monate	Atypische Beschwerden	2 KHK	90% Verschluß	Bypass intakt
13	22 Monate	Kontrolle	1 KHK	100% Verschluß PLA 1	Bypass intakt
14	24 Monate	Angina pectoris Beschwerden	1 KHK	90% proximale In Stent- Restenose	Bypass intakt
15	33 Monate	Kontrolle	2 KHK	60% Stenose proximal	Bypass intakt

Tabelle 21: Ergebnisse der Koronarangiographie



Patient 1



Patient 2

Abbildung 28: Durchgängiger LIMA-RIVA Bypass in verschiedenen Projektionen

Abbildung 28 zeigt die Koronarangiographie von zwei Patienten mit jeweils einem durchgängigen A. mammaria interna Bypass auf den RIVA. In der Abbildung von Patient 2 wird der exzellente Fluß in der A. mammaria deutlich.

4. Diskussion der Ergebnisse

4.1 Präoperativer Status der Patienten

4.1.1 Vorerkrankungen der Patienten: Auswirkung auf postoperative Komplikationen

Im Patientenkollektiv mit 84 Patienten hatten 49,2% der männlichen Patienten präoperativ bereits einen Myokardinfarkt erlitten. Im Vergleich dazu traf das nur für 23,8% der weiblichen Patienten zu. Das Bundesgesundheitsurvey, eine Querschnittsstudie, die die Herzinfarktprävalenz in Deutschland im Jahr 1998 erfaßt hat, zeigt eine für die Männer gegenüber den Frauen erhöhte Lebenszeitprävalenz bezüglich des Myokardinfarktes. Die weiblichen Lebenszeitprävalenzen erreichen erst mit einer Verzögerung von etwa 10 Lebensjahren das Niveau der männlichen Prävalenzraten. Außerdem wird die Prävalenz bei der weiblichen Bevölkerung erst ab einem Alter von 50 Jahren relevant. Dieser Aspekt spiegelt sich ebenfalls im weiblichen Patientenkollektiv meiner Studie wieder, denn bei den weiblichen Patienten konnte das Auftreten eines Myokardinfarktes erst ab der Altersgruppe 3 (68 Jahre – 81 Jahre) beobachtet werden (**Wiesner et al. 1999**).

Die Intervention an den Koronargefäßen mittels MIDCAB-Technik bedeutet einen Verzicht auf die extrakorporale Zirkulation und die damit verbundenen bekannten Komplikationen. Die pathologischen Veränderungen werden als sogenanntes „Postperfusionssyndrom“ beschrieben und umfassen entzündliche Reaktionen an verschiedenen Organsystemen, vor allem an Lunge, Niere, Leber und Gehirn (**Westaby 1983**). Bei 25% der Patienten war eine COPD, bei 11,9% eine Niereninsuffizienz und bei 5,9% ein Apoplex zu erheben. Die Betrachtung der unmittelbar postoperativen Ergebnisse der Patienten (Abbildung 10, Abschnitt 3.2.5) zeigen Atemprobleme letztlich nur bei drei Patienten. Bei keinem Patienten konnte eine Verschlechterung der ursprünglichen Nierenfunktion beobachtet werden, d.h. es trat postoperativ kein akutes Nierenversagen auf. Für den Einsatz der extrakorporalen Zirkulation wird in der Literatur ein akutes Nierenversagen in bis zu 31% der Fälle und eine postoperative Oligurie bei 60% der Patienten beschrieben (**Hilberman et al. 1979**). Die positive Auswirkung von off-pump Techniken auf die Nierenfunktion wurde in aktuellen Studien bestätigt, so wurde in vergleichenden

Studien von on-pump und off-pump operierten Patienten deutlich, dass das Risiko eines akuten Nierenversagens bei Anwendung der Herz-Lungenmaschine signifikant höher ist (**Stallwood et al. 2004, Hayashida et al. 2002**).

Eine zerebrale Dysfunktion nach einer Bypass Operation mit Herz-Lungenmaschine resultiert in erster Linie aus dem vermehrten Auftreten von Mikroembolien durch den Kontakt des Blutes mit den künstlichen Oberflächen des Apparates. Bei den Embolien handelt es sich um Gasmikroembolien oder um Fettembolien, die man beispielsweise bei Patienten nachweisen konnte, die drei Wochen nach einer Bypassoperation verstorben waren (**Mark and Newman 2002**). Eine neurologische Problematik in Form eines Durchgangssyndroms (organische Psychose) bei Anwendung der MIDCAB Methode wurde nur bei einem Patienten beobachtet.

Das MIDCAB Verfahren stellte somit für entsprechend prädispositionierte Patienten eine Alternative zu Techniken mit Einsatz der Herz-Lungenmaschine dar.

4.1.2 Risikofaktoren

Beim Risikoprofil der Patienten waren drei Risikofaktoren bei Männern und Frauen besonders ausgeprägt, die Hypertonie gefolgt von der Hyperlipoproteinämie und letztlich dem Übergewicht bei einem BMI von 26-30. Diese drei Risikofaktoren gehören zu den beeinflussbaren Faktoren im Rahmen einer KHK Genese. Sind allein zwei solcher Risikofaktoren bei einem Patienten vorhanden, so hat das eine Erhöhung des Infarkttrisikos um ein Vierfaches im Vergleich zum Gesunden zur Folge. Beim Auftreten von drei beeinflussbaren Risikofaktoren ist dieses Risiko bereits um ein Zehnfaches erhöht (**Herold 2003**). Im Patientenkollektiv lässt sich diese Beobachtung bestätigen, da wie in Abschnitt 3.1.1 bereits beschrieben, bei 49,2% der männlichen Patienten und 23,8% der weiblichen Patienten präoperativ bereits ein Myokardinfarkt aufgetreten war.

Auch in der Framingham Studie wurde die Adipositas als wichtiger Risikofaktor für die Entstehung der koronaren Herzkrankheit beschrieben (**Hubert et al. 1983**). Weiterhin konnte durch diese Studie gezeigt werden, dass Patienten mit Übergewicht bis zu drei Jahre kürzer leben, als gleichaltrige Normalgewichtige (**Peeters et al. 2003**). In der Patientengruppe waren 51,7% der Männer leicht bis stark übergewichtig, bei den Frauen waren es 52,3%.

Ein weiterer bedeutender Risikofaktor, nicht nur für die Entstehung und Progredienz der koronaren Herzerkrankung, sondern auch für das Auftreten von Wundheilungsstörungen sowie weiteren Einschränkungen im Heilungsverlauf, ist der Diabetes mellitus (**Lichtenberg et al. 2004, Hirotani et al. 1999, Grossi et al. 1991**). Sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Patienten lag mit 14,3% bzw. 23,8% am häufigsten ein Diabetes vom Typ 2 vor (Tabelle 6).

Liegt bei den Patienten eine Kombination aus Adipositas und Diabetes mellitus vor, so steigt das Risiko für Komplikationen unter der Operation und nach der Operation noch stärker an. Gadaleta et al. postulierten in ihrer Vergleichsstudie mit normalgewichtigen Patienten und krankhaft übergewichtigen Patienten (über 150% des Idealgewichtes) mit einer fast 3fach höheren Anzahl an Diabetes mellitus, die alle einer Bypassoperation mit Sternotomie unterzogen worden waren, dass der Diabetes mellitus und die Adipositas die einzigen Risikofaktoren sind, die als signifikante unabhängige Vorhersagefaktoren für postoperative Komplikationen angesehen werden können (**Gadaleta et al. 1992**).

4.1.3 Präoperative Intervention an den Koronargefäßen

Es existieren verschiedene anerkannte Indikationen zur operativen Revaskularisation der Koronargefäße. Dazu zählen unter anderem eine Stenose des Hauptstammes größer 50%, eine Eingefäßerkrankung mit Ischämienachweis und unzulänglicher PTCA, Komplikationen unter der PTCA, eine instabile Angina pectoris oder eine schwere Zwei-oder Dreigefäßerkrankung (**Tugtekin et al. 2000**). Bei allen Patienten wurde vor der Entscheidung zur MIDCAB Operation ein Herzkatheter zur Evaluierung der Stenosegrade der Koronargefäße durchgeführt. Präoperativ hatten sich bereits 12 Patienten (14,2%) einer PTCA bzw. einer PTCA mit ein-oder zweimaliger Stentimplantation unterzogen. Aufgrund der In-Stent-Stenosen oder Restenosen nach alleiniger Ballondilatation stand die Indikation zur MIDCAB Intervention. Bei 3 Patienten (3,6%) war es unter der PTCA zu Komplikationen gekommen, so dass auch für sie MIDCAB in Frage kam. Weiterhin stellte MIDCAB für 2 Patienten, mit Zustand nach 3-oder 4fach ACVB, eine weniger belastende Interventionsmöglichkeit zur Revaskularisation der Vorderwand dar. Das MIDCAB Verfahren wird in vielen Studien als Alternative zwischen konventioneller Bypasschirurgie und PTCA mit Stentimplantation angesehen. Vergleichende

Analysen der Stentimplantation oder PTCA mit konventionellen Bypassverfahren haben eine höhere Reinterventionsrate nach PTCA ergeben (**BARI Trial 1996, King et al. 1994**). Diegeler et al. und Shirai et al. konnten in ihren Vergleichsstudien diesen Sachverhalt ebenfalls für das MIDCAB-Verfahren im Vergleich mit der Stentimplantation formulieren. So ist in der Studie von Diegeler et al. eine Reinterventionsrate von 27% in der Gruppe mit Stentimplantation im Gegensatz zu einer Reinterventionsrate von 5% in der MIDCAB Vergleichsgruppe beobachtet worden (**Diegeler et al. 2002**). Die aktuellste Studie von Shirai et al. unterstreicht diese Aussage mit einer doppelt so hohen Reinterventionsrate in der Patientengruppe nach Stentimplantation (**Shirai et al. 2004**). Die meisten anderen untersuchten Parameter wie ein akuter Myokardinfarkt nach Intervention, Sterblichkeit oder zerebrovaskuläre Ereignisse haben sich bei den beiden Verfahren nicht signifikant unterschieden.

Beim überwiegenden Teil der Patienten (76,2%) wurde MIDCAB nicht als Reintervention sondern direkt als Primäreingriff durchgeführt (Tabelle 7).

Wie schon im einleitenden Teil kurz erwähnt, besteht bei Patienten mit einer Mehrgefäßerkrankung auch die Möglichkeit zur Hybridtherapie, einer sich an die operative Revaskularisation anschließende PTCA mit oder ohne Stentimplantation. Dies ermöglicht eine Reduktion der Invasivität auf ein sehr geringes Maß (**Wittwer et al. 1999**).

4.2 Diskussion des operativen Eingriffes in MIDCAB-Technik

4.2.1 Evaluierung des operativen Risikos mittels Euroscore-System

Eine an 13.302 Patienten durchgeführte Studie hat gezeigt, dass eine sehr gute Korrelation zwischen der erwarteten und beobachteten Sterblichkeit in bestimmten definierten Risikogruppen besteht. Die Bedeutung einer solchen Risikostratifizierung liegt vor allem auch darin, dass man der operativen Mortalität eine entsprechende Wichtung in Bezug auf die Qualität der Behandlung zukommen lassen kann, indem man diese im Verhältnis zum Risikoprofil der Patienten betrachtet.

Man muß allerdings beachten, dass dieses System nicht das individuelle Risiko des einzelnen Patienten erfassen kann, sondern vielmehr das Sterblichkeitsrisiko einer Patientengruppe mit gleicher Risikokonstellation beschreibt (**Nashef et al. 1999**).

Weiterhin kann durch den Euroscore eine Leitlinie geschaffen werden, anhand derer eine für den Patienten optimale operative Verfahrensweise überlegt werden kann. Die geschlechtsspezifische Verteilung des Euroscore in der Patientengruppe, hat für die weiblichen Patienten einen Median von 3 und für die männliche Patientengruppe einen Median von 2 ergeben. Die Frauen hatten demzufolge im Mittel einen etwas höheren Euroscore als die Männer, wobei allein das weibliche Geschlecht laut Euroscorebogen einen Punkt in der additiven Gesamtrechnung ausmacht.

Die Sterblichkeit in der Gruppe mit geringem Operationsrisiko und in der Gruppe mit hohem Risiko unterscheiden sich nicht signifikant. Das MIDCAB Verfahren stellte sich hier somit als eine sichere Methode auch für die Behandlung der Patienten mit höherem Operationsrisiko dar.

4.2.2 Stenosegrade des RIVA und Ejektionsfraktion in der Patientengruppe

Insgesamt war die Stenose des RIVA bei 64 Patienten (76,2%) größer als 75% (Abbildung 6). Bei 10 Patienten war ein vollständiger Gefäßverschluß durch eine Stenose im mittels PTCA implantierten Stent aufgetreten (In-Stent-Stenose), so dass man diese Patienten ebenfalls mit zur Gruppe der Patienten mit kritischer Stenose zählen könnte. Bei einer signifikanten Stenose vom Grad 2 (50-74%) ist der Blutfluß durch das Gefäß noch ausreichend gewährleistet, während bei einer kritischen Stenose vom Grad 3 (75 - 99%) der Blutfluß hochgradig eingeschränkt ist. Als Folge einer Stenose über 90% tritt eine Angina pectoris bereits in Ruhe auf. Eine Angina pectoris unter Belastung ist bei Stenosen von mehr als 70% nachweisbar. Allerdings ist die Möglichkeit der Kollateralisierung zu bedenken, die trotz Gefäßverschluß eine ausreichende Perfusion in Ruhe gewährleisten kann, so dass keine Angina pectoris zu beobachten ist.

Eine bei insgesamt 52 Patienten (61,9%) präoperativ vorliegende gute Pumpfunktion des Herzens, mit einer Ejektionsfraktion größer 60%, stellt ideale Voraussetzungen für eine Revaskularisation dar, denn eine niedrige Ejektionsfraktion würde den technisch aufwendigen Eingriff zusätzlich erschweren. Auch in vielen Studien lag die durchschnittliche Ejektionsfraktion der Patienten bei über 50%.

	Ejektionsfraktion
Diegeler et al., 1998	0,57 ± 0,10
Diegeler et al., 1999b	0,69 ± 0,08
Ng et al., 2000	0,55 ± 0,08
Al Ruzzeh, 2004	89,9% mit EF größer 50%

Tabelle 22: Angaben zur präoperativen Ejektionsfraktion bei MIDCAB in der Literatur

4.2.3 Einsatz von Temporary intraluminal shunts und Tourniquets in der Patientengruppe

Bei 71,4% der Patienten kamen zur Erzielung einer Blutfreiheit im Anastomosengebiet die Temporary intraluminal shunts zum Einsatz. Bei 17,8% wurde der Einsatz der Tourniquets bevorzugt (Tabelle 9).

Erste Studien über den Einsatz von Tils haben gezeigt, dass sie eine preiswerte Alternative zur Anwendung der Herz-Lungenmaschine darstellen. Sie verhindern Rückblutungen und geben dem Chirurg eine Leitlinie bei der Herstellung der Anastomose vor, so dass Verletzungen der hinteren Wand des Koronargefäßes vermieden werden können (**Rivetti und Gandra 1997**).

Die durch Tourniquets induzierte Ischämieperiode kann zur kurzzeitigen Verschlechterung wichtiger Herzfunktionsparameter führen. So kann eine Verminderung der linksventrikulären Funktion, des Herzminutenvolumens sowie des Schlagvolumens beobachtet werden. Deshalb wird vor dem Knüpfen der eigentlichen Anastomose eine Ischämie mittels anziehen der Tourniquetfäden induziert und diese für ungefähr fünf Minuten aufrechterhalten. Sollten in dieser Zeit Veränderungen im EKG auftreten, z.B. ST-Streckensenkungen, so wird das Herz für weitere fünf Minuten reperfundiert. Man bezeichnet diese Vorgehensweise als Präkonditionierung. Nach erneutem Wiederanziehen der Fäden kommt es meistens zu keinen weiteren Veränderungen der Herzfunktion. Mit Entfernung des Tourniquets nach Knüpfen der Anastomose und nachfolgender Reperfusion ist ein Ansteigen der Ventrikelfunktion und demzufolge auch der anderen reduzierten Parameter innerhalb von 30 Minuten zu verzeichnen. EKG Veränderungen unter der

Operation wurden nur bei zwei Patienten beobachtet, bei diesen konnten die EKG Veränderungen durch Einbringen eines Tils behoben werden (Abbildung 8).

Bei der Anwendung von Temporary intraluminal shunts bleiben sowohl die linksventrikuläre Funktion als auch die anderen Parameter bei nahezu allen Patienten konstant (**Menon et al. 2002**).

Außerdem konnte gezeigt werden, dass durch die Tils eine niedrigere unmittelbar postoperative Bypassverschlussrate sowie eine geringere Reinterventionsrate in den ersten sechs Monaten zu verzeichnen ist (**Menon et al. 2002**). Das trotz der beschriebenen Vorteile der Tils bei 15 Patienten ein Tourniquet zur Anwendung kam, lässt sich auf die Beschaffenheit der Anastomosengefäße zurückführen. Signifikant häufiger wurde bei Strukturveränderungen der LIMA oder des RIVA auf ein Tourniquet zurückgegriffen (Tabelle 11). Bei zu dünnen oder stark arteriosklerotisch veränderten Gefäßen stellt sich das Einbringen eines Shunts womöglich schwieriger dar, als eine Umschlingung mittels Tourniquet. Das bei der Mehrzahl der Patienten (58 Patienten) ein Tils zum Einsatz kam, verdeutlicht die resultierende Erleichterung bei der Anfertigung der Anastomose.

Sowohl das Tourniquet als auch der Temporary intraluminal shunt wurden allerdings letztlich mit Erfolg bei der Anastomosenknüpfung angewandt, so dass sich im weiteren postoperativen Verlauf keine Unterschiede Hinblick auf die Komplikationsrate ergaben.

4.2.4 Operative und Postoperative Komplikationen

Die Frage nach Komplikationen unter der Operation dient in besonderem Maße der Evaluierung der Technik des Verfahrens. So gilt es Vorteile von MIDCAB, mit dem Verzicht auf die Herz-Lungenmaschine und dem minimalen Thoraxtrauma, im Vergleich mit fest etablierten konventionellen Methoden in der operativen Behandlung der koronaren Herzerkrankung herauszuarbeiten.

Unter der Operation kam es bei insgesamt 27,3% der Patienten (23 Patienten) zu Komplikationen, die vor allem in Verbindung mit der Identifikation der Anastomosengefäße standen (Abbildung 8). Elektrokardiographische Veränderungen traten nur bei zwei Patienten (2,3%) auf und verschwanden unter der Einbringung eines temporären Shunts während der Anastomosenknüpfung. Die Probleme mit den Anastomosengefäßen führten bei 5 Patienten (5,9%) zur

Konversion zum konventionellen Verfahren mit Sternotomie und Anwendung der Herz-Lungenmaschine (Abbildung 7). Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit der Literatur, so wurde durch Diegeler et al. eine Konversionsrate von 4,7% beobachtet und in einer aktuellen Meta-Analyse über 15 Studien des Zeitraumes Januar 1995 bis April 2003 durch Kettering et al. lag diese bei 2,1% (**Kettering et al 2004, Diegeler et al.1998**).

Bei den restlichen 72,61% der Patienten verlief der Eingriff völlig komplikationslos. Unter der Operation wurde bei keinem Patienten ein Infarkt, ein zerebrales Ereignis oder schwere Rhythmusstörungen beobachtet. Bei Ng et al. lag die Rate an operativen Myokardinfarkten bei 0,6%, die Meta-Analyse von Kettering et al. ermittelte eine Infarktrate von 0,9% (**Kettering et al. 2004, Ng et al. 2000**). Die Frage nach der Qualität der Anastomose unter der Bedingung des schlagenden Herzens kann postoperativ anhand der aufgetretenen Nachblutungen mit erforderlicher Rethorakotomie beurteilt werden. Ein solcher Eingriff war bei 5 Patienten (5,9%) indiziert, die in den ersten Stunden nach der Operation vermehrte Blutförderung in der Drainage aufwiesen. Allerdings handelte es sich nur bei einem Patienten um ein Problem mit der Anastomose selbst, hier trat distal der Absetzungsstelle der A. mammaria interna eine kleine Blutung auf, die durch erneutes Klippen behoben werden konnte. Bei den anderen 3 Patienten waren die Blutungen diffus im Fettgewebe lokalisiert, wobei bei zwei Patienten eine Gerinnungsstörung vorlag. Der fünfte Patient wies eine Blutung aus einer Interkostalarterie auf, es handelt sich um einen der Patienten, der im weiteren Verlauf verstorben ist.

Eine Störung in Zusammenhang mit der Anastomose lag demzufolge nur bei einem Patienten vor (1,1%) und man kann von einer sehr guten Qualität der Anastomose im Patientenkollektiv ausgehen. Im literarischen Vergleich reiht sich auch die Reoperationsrate von 5,9% in bereits publizierte Ergebnisse ein. Calafiore et al. berichteten 1996 eine Rate von 5,8% und in einer Studie von Detter et al. im Jahr 2002 lag sie bei 2,7% (**Detter et al. 2002, Calafiore et al. 1996**).

Die niedrige postoperative Sterblichkeit hat sich in verschiedenen Studien in der Zeit von 1996 bis 2004 nicht wesentlich verändert und lag meistens unter 1% (**Detter et al. 2002, Ng et al. 2000, Diegeler et al.1998**). In der Meta-Analyse von Kettering et al. wurde eine Mortalitätsrate von 1,5% ermittelt. Im untersuchten Patientenkollektiv sind während des stationären Aufenthaltes zwei Patienten (2,4%) verstorben.

	Konversionsrate	Infarkte	Reoperationen	Mortalität
Calafiore et al. 1996			5,8%	0,6%
Subramanian et al., 1997		3,2%	3,2%	1,2%
Diegeler et al., 1998	4,7%	1,9%	2,4%	0,47%
Ng et al., 2000		0,6%	3,6%	0%
Detter et al., 2002	0,9%		2,7%	0%
Kettering et al., 2004	2,1%	0,9%	2,6%	1,5%

Tabelle 23: Literatur zu operativen Komplikationen bei MIDCAB

Im weiteren postoperativen Verlauf kam es bei 6 der Patienten (7,1%) zu Rhythmusstörungen, bei 10 Patienten (11,9%) zu einem Pleuraerguß, bei einem Patienten (1,2%) zu neurologischen Problemen im Sinne eines Durchgangssyndroms und bei 3 Patienten (3,5%) zu Atemproblemen. Ein Patient (1,2%) verstarb im weiteren postoperativen, nicht mehr stationären, Verlauf.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Subramanian et al. mit postoperativen Rhythmusstörungen bei 7,6% der Patienten und zerebraler Dysfunktion bei 0,6% der Patienten (**Subramanian et al. 1997**). In der Meta-Analyse von Kettering et al. wurden unter der postoperativen Komplikationsrate von 11,9% neurologische Ereignisse, pulmonale Komplikationen, Arrhythmien, Wundinfektionen und Nachblutungen summiert (**Kettering et al. 2004**).

Bei 25% der Patienten konnte präoperativ eine COPD beobachtet werden. Postoperativ kam es nur bei drei Patienten zu Atemproblemen, nur einer dieser betroffenen Patienten litt an einer vorbestehenden COPD. Bei diesem und dem zweiten Patienten konnten die Atemprobleme schnell behoben werden, während die dritte Patientin an einem schweren Atemwegsinfekt litt, an dem sie später noch im Krankenhaus verstarb. MIDCAB hat sich im Patientenkollektiv durch die Vermeidung der Herz-Lungenmaschine als geeignet für COPD Patienten erwiesen. Diese günstige Auswirkung der MIDCAB Methode auf den postoperativen Verlauf bei

Patienten mit COPD, konnte in der Literatur bestätigt werden (**Guler et al. 2001**, **Lichtenberg et al. 2000**).

Die Wundheilung verlief bei 98,8 % der Patienten ohne Komplikationen, nur eine sehr adipöse Patientin mit insulinpflichtigem Diabetes mellitus wies schwere Wundheilungsstörungen auf. Ein Vergleich mit dem Wundheilungsverlauf bei Patienten nach einer Sternotomie ist aufgrund des anderen Patientenprofils eher schwierig, dennoch kann man bei Patienten mit Sternotomie von einer Einschränkung der körperlichen Aktivität für 6 bis 8 Wochen ausgehen. Durch die laterale Thorakotomie kann es allerdings bei adipösen Patienten und Frauen mit großer Brust zu Infektionen, bedingt durch die intertriginöse Lokalisation der Wunde, kommen. Pagni et al. konnten von Wundheilungsstörungen bei 9% der betrachteten Patienten berichten, wobei alle adipösen Frauen derartige Störungen aufwiesen (**Pagni et al. 1998**). Bei Ng et al. hingegen standen Adipositas und andere präoperative Risikofaktoren in keinem signifikanten Zusammenhang zur Wundinfektionsrate von 9,1% nach der MIDCAB Intervention (**Ng et al. 2000**). Anderserseits kann auch die in den Zwischenrippenräumen auftretende Ischämie nach A. thoracica interna Mobilisation eine Ursache für Wundheilungsstörungen nach MIDCAB sein (**DeJesus und Acland 1995**).

	Wundheilungsstörungen
Subramanian et. al., 1997	1,9 %
Pagni et al., 1998	9%
Ng et al., 2000	9,1%

Tabelle 24: Angaben zu Wundheilungsstörungen in der Literatur

Bereits im Abschnitt 4.1.1 wurde auf die Vorteile des MIDCAB Verfahrens bezüglich des Auftretens zerebraler Ereignisse hingewiesen. In der Patientengruppe trat bei einem Patienten (1,2%) ein Durchgangssyndrom und es kam bei keinem Patienten während oder nach der Operation zu einem manifesten Apoplex. Die Rate an zerebralen Ereignissen lag auch in den Patientenkollektiven von Detter et al. und Subramanian et al. mit 0% bzw. 0,6% sehr niedrig.

	Neurologische Komplikationen
Subramanian et al., 1997	0,6%
Detter et al., 2002	0%

Tabelle 25: Angaben zu neurologischen Komplikationen nach MIDCAB in der Literatur

Im Gegensatz dazu treten ernsthafte neurologische Komplikationen nach Einsatz der Herz-Lungenmaschine bei 3% bis 5% aller Fälle auf, z.B. Schlaganfälle oder vorübergehende starke Durchblutungsstörungen (Transitorische Ischämische Attacken). Noch weitaus häufiger kommt es zu leichten neuropsychologischen Defiziten, die sich in Störungen der Konzentrations-, Koordinations- oder Merkfähigkeit äußern können (**Bendszus et al. 2002, Toner et al. 1998**). Verschiedene Studien, die ihre Untersuchungen speziell auf die Evaluierung der Hirnfunktion nach Bypassoperation ausgerichtet haben, belegen den deutlichen Vorteil des MIDCAB Verfahrens im Hinblick auf die Hirnfunktion während und nach dem Eingriff im Vergleich zur Anwendung der Herz-Lungenmaschine (**Murkin et al. 1999, Bhaker et al. 1998**).

Die Daten der Patientengruppe zeigen insgesamt eine gute Übereinstimmung mit der bereits publizierten Literatur sowie einen guten operativen und postoperativen Verlauf.

Die Patienten in den ersten Studien über MIDCAB waren meist selektive Patienten mit einer Eingefäßerkrankung, die überwiegend eine In-Stent-Stenose nach vorausgegangener PTCA aufwiesen (**Calafiore et al. 1996, Benetti et al. 1995**). Die Patienten waren ansonsten jung, gesund und hatten nur wenige Begleiterkrankungen. Nachdem die Behandlung von Restenosen mittels PTCA immer mehr an Bedeutung gewann, verschob sich auch das Patientenkollektiv für einen MIDCAB Eingriff. MIDCAB stellt seitdem eine Alternative für Patienten mit zu großem Risikoprofil für eine konventionelle Bypassoperation dar. Dieses Profil umfasst das fortgeschrittene Alter sowie verschiedene Begleiterkrankungen wie zerebrovaskuläre Erkrankungen und chronisches Nierenversagen (**Sunderdiek et al. 2003, Cremer et al. 2002, Subramanian et al. 2001**). Da die Patienten eine präoperative Einschätzung ihres Operationsrisikos mittels Euroscore erhalten haben,

wurden zur Beurteilung der Einschätzung des operativen und postoperativen Verlaufes, vor allem im Hinblick auf die Patienten mit hohem Operationsrisiko (Euroscore ≥ 5), die Komplikationen in den beiden Gruppen mit geringem und hohem Operationsrisiko gegenübergestellt (Abbildung 11 und Abbildung 12). Bezüglich der postoperativen Komplikationen in den beiden Risikogruppen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, so dass sich das MIDCAB Verfahren in der Patientengruppe auch als geeignet für die Patienten mit hohem Operationsrisiko erwiesen hat. Anwendung bei Patienten mit einem hohen Operationsrisiko fand das MIDCAB Verfahren auch in einer Studie von Sunderdiek et al., eine operative Mortalität von 0% und die Feststellung von Angina pectoris bei nur drei Patienten bei der Nachuntersuchung nach einigen Monaten konnte unter anderem zu der Schlussfolgerung führen, dass das MIDCAB Verfahren präzise und sicher bei Patienten mit größerer Morbidität angewandt werden kann (**Sunderdiek et al. 2003**).

4.2.5 Diskussion der zeitlichen Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt

Zum Vergleich wurden im Ergebnisteil die zeitlichen Parameter für die Patienten, die eine komplette MIDCAB Operation erhalten haben, mit der kleinen Patientengruppe bei der eine Konversion zum konventionellen Verfahren erfolgen musste, separat dargestellt. In der Diskussion wird sich zunächst auf die MIDCAB Patienten bezogen. Die durchschnittliche Operationszeit betrug 2 Stunden und 36 Minuten \pm 1 Stunde und 5 Minuten (Tabelle 12). Der zeitliche Parameter lässt sich in der Literatur in verschiedenen Studien wiederfinden. Ein direkter Vergleich der Operationszeiten zwischen der konventionellen Bypassmethode mit Sternotomie und Herz-Lungenmaschine und dem MIDCAB Verfahren ist nur schwer möglich, da die Operationszeit auch von der Anzahl der gesetzten Bypässe abhängt und diese Zahl liegt bei konventionellen Verfahren meist höher. Allerdings haben einige Studien einen Vergleich der Operationszeiten des off-pump Verfahrens mit dem konventionellen Bypassverfahren durchgeführt, denn bei beiden Verfahren ist eine Mehrfachversorgung mit Bypässen möglich (Sternotomie). Die Operationszeiten haben sich bei den beiden Verfahren nicht signifikant unterschieden (**Nathoe et al. 2003, Vicol et al. 2003, Diegeler et al. 1999b**).

In der Patientengruppe mit Konversion zum konventionellen Verfahren lag die Operationszeit, in erster Linie aufgrund des primären Versuchs eine MIDCAB Operation durchzuführen, höher als in der MIDCAB Gruppe.

	Operationszeit MIDCAB
Lichtenberg et al., 2000	140± 33 min
Ng et al., 2000	150,6± 52,8 min
Vicol et al., 2003	197± 45 min

Tabelle 26: Angaben zur Operationszeit bei MIDCAB in der Literatur

Die Patienten blieben im Durchschnitt nach dem Eingriff 1,64 Tage auf der Intensivstation und 11,73 Tage stationär in der Herzchirurgie. Damit liegen die Daten für den Krankenhausaufenthalt und den Aufenthalt auf der Intensivstation höher als in der Literatur beschrieben, wobei sich Diegeler et al. vom Herzzentrum Leipzig mit einem durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt von 7,8 Tagen der durchschnittlichen Aufenthaltsdauer der Patienten am ehesten annähern (**Diegeler et al. 1998**). Die Studien von Ng et al. sowie Al Ruzzeh et al. zeigen einen sehr kurzen durchschnittlichen Krankenhausaufenthalt und Aufenthalt auf der Intensivstation auf. Ursachen sind gerade bei amerikanischen Studien möglicherweise in den hohen Kosten für die Krankenversorgung zu suchen. Die Krankenhausaufenthaltsdauer kann man allerdings als einen Vergleichsparameter zwischen MIDCAB und konventionellem Verfahren mit HLM und Sternotomie heranziehen. Die Aufenthaltsdauer im Krankenhaus nach MIDCAB ist niedriger als für das konventionelle Bypassverfahren. Diese Beobachtung kann die schnelle Stabilisierung der Patienten und die geringe Komplikationsrate nach MIDCAB bestätigen und reflektiert somit gut einen Vorteil des minimal-invasiven Verfahrens (**POEM Trial 2001, Gu et al. 1998**).

	Verweildauer auf der Intensivstation	Verweildauer im Krankenhaus
Diegeler et al., 1998	14,3 ± 4,3h	7,8 ± 2,8 d
Ng et al., 2000		3,2 ± 1,5 d
Al Ruzzeh et al., 2004	11,56± 4,55 h	3 ± 2,34 d

Tabelle 27: Angaben zum zeitlichen Aufenthalt auf der Intensivstation und im Krankenhaus

4.3 Diskussion der Patientenevaluierung

Bei der Betrachtung der Patientenevaluierung kommt den individuellen Einschätzungen jedes einzelnen Patienten eine besondere Bedeutung zu, die bei der Interpretation der Erhebungen immer mitbedacht werden muß.

4.3.1 Schmerzaspekt

Die unmittelbar postoperativ aufgetretenen Schmerzen dauerten bei 74,6% der Patienten nicht länger als 10 Tage an. Bei 70,4% der Patienten betrug die Wundgröße 5-10 cm. Der postoperative Schmerz wurde von 50% der Patienten mit dieser Wundgröße retrospektiv als sehr gering bis gering bewertet (Vgl. Abbildung 14 und Tabelle 14). Studien von Diegeler et al. und Lichtenberg et al., die MIDCAB mit der konventionellen Bypassmethode mit Herz-Lungenmaschine und Sternotomie vergleichen, wurde gezeigt, dass die Schmerzen nach MIDCAB am 1. und 3. postoperativen höher liegen als in der entsprechenden Vergleichsgruppe. Ab dem 3. postoperativen Tag zeigt sich bei Lichtenberg et al. eine signifikant geringere Schmerzsymptomatik in der MIDCAB Gruppe und bei Diegeler et al. werden die Schmerzen ab dem 7. Tag signifikant besser im Vergleich mit der nach konventioneller Methode versorgten Patienten (**Lichtenberg et al. 2000, Diegeler et al. 1999b**)

Der überwiegende Teil der Patienten (53%) lokalisierte den Schmerz in der Umgebung der Wunde, im Brust-Rumpfbereich, was sich vermutlich auch aus dem Dehnen der Haut und der Rippen mithilfe der Thoraxspreizer ergibt.

4.3.2 Wundheilung

Während des Krankenhausaufenthaltes gab es schwere Wundheilungsstörungen nur bei einer sehr adipösen Patientin, die aufgrund rezidivierender Infektionen letztlich eine plastische Deckung der Wundfläche erhalten hat. Diese Patientin wies einen insulinpflichtigen Diabetes mellitus auf. Im untersuchten Patientenkollektiv lag bei 23,8% der männlichen und 19,1% der weiblichen Patienten ein Diabetes mellitus vor.

Es ist seit langen bekannt, dass durch die LIMA Präparation Wundheilungsstörungen des Sternums auftreten können. Diese sind u.a. erklärbar durch die Abnahme der retrosternalen Blutversorgung nach Mobilisation der A. mammaria interna (**Knobloch et al. 2003**). Bei einseitiger Präparation besteht ein Risiko für eine Wundheilungsstörung von etwa 1-2%, das nach beidseitiger Verwendung der A. mammaria auf bis zu 6% oder mehr ansteigt (**Sofer et al. 1999, Grossi et al. 1993**). Beim Diabetiker hingegen ist dieses Risiko erheblich erhöht und liegt bereits bei einseitiger Verwendung der A. mammaria zwischen 5-20% (**Grossi et al. 1993, Carrier et al. 1992**). Wundheilungsstörungen der MIDCAB Wunde sind also analog der Heilungskomplikationen des Sternums, insbesondere beim Diabetiker, nicht untypisch. Bei allen anderen Patienten mit Diabetes mellitus konnten keine Wundheilungsstörungen beobachtet werden. Der Vorteil des geringeren Traumas im Vergleich mit einer Sternotomie hat sich demzufolge insgesamt positiv auf die Wundheilung, vor allem auch bei Patienten mit Diabetes mellitus, ausgewirkt.

Weiterhin hat die Darstellung der Wundheilung in Abhängigkeit vom BMI ergeben, dass sich keine deutlichen Unterschiede in den einzelnen BMI Gruppen zeigen (Abbildung 18). Eine komplikationslose Wundheilung überwog in allen drei Gruppen. Die meisten Patienten (88,9%) mit einer Wundheilung ohne Probleme lassen sich sogar der Patientengruppe mit einem BMI von 30-39 zuordnen. Lu et al. zählen die Adipositas zu einem der Risikofaktoren für eine Wundinfektion des Sternums (**Lu et al. 2004**) und auch bei Kim et al. stellt die Adipositas, bei sonst guten postoperativen Verlauf, einen Risikofaktor für eine Wundinfektion des Sternums dar (**Kim et al.**

2003). Der seitliche Zugang über eine kleine Inzision im vierten Interkostalraum stellte für die adipöse und übergewichtigen Patienten des Patientenkollektives somit eine gute Alternative zur Sternotomie dar. Für Diegeler et al. bedeutet die Adipositas hingegen eine Indikation zur Entscheidung für eine Sternotomie und auch bei Pagni et al. waren es vor allem adipöse Patientinnen, die nach der MIDCAB Operation eine Wundinfektion erlitten hatten (**Diegeler et al. 1999c, Pagni et al. 1998**). Bei den fünf Patienten, bei denen eine Konversion zum konventionellen Verfahren nötig war, war der Grund aber eher in der Beschaffenheit der Anastomosengefäße selbst zu suchen (Tabelle 10). Ng et al. hingegen haben in ihrer Studie auf eine entsprechende Unabhängigkeit der Wundinfektionsrate von der Adipositas hingewiesen (siehe auch Abschnitt 4.2.4). Andere Autoren haben die Hypothese generiert, dass das MIDCAB Verfahren durch die Vermeidung des Einsatzes der Herz-Lungenmaschine eine geringere inflammatorische Reaktion des Körpers hervorruft, als nach einer konventionellen Bypassoperation (**Struber et al. 1999, Guy et al. 1998**).

Für 61,9% der Patienten war die Wundheilung nach subjektiver Einschätzung nach ungefähr 3 Wochen abgeschlossen, 53,6% der Patienten haben auch aktuell keine Schmerzen mehr und 29,5% der Patienten beklagen nur noch geringe Schmerzen im Wundgebiet. Demzufolge beschrieben auch 70,4% der Patienten die Freiheit von Beeinträchtigungen im Alltag. In der unter dem Schmerzaspekt bereits erwähnten Studie von Diegeler et al. zeigte sich nach 3 Monaten noch ein Einschränkungsgrad von 20% bedingt durch den Schmerz, bei den nach der konventionellen Methode operierten Patienten lag dieser Wert signifikant höher (**Diegeler et al. 1999b**).

Bei den Aussagen der Patienten ist deshalb auch zu beachten, dass die Abstände zwischen Operationszeitpunkt und Befragungszeitpunkt unterschiedlich groß waren und einige Patienten sich noch in der Rehabilitationsphase befanden.

4.3.3 Soziale Aspekte

Eine bedeutende Rolle im Genesungsprozess spielt auch der Einfluß psychischer Faktoren. Die individuelle Verarbeitungsstrategie des einzelnen Patienten hängt zum einen von prädisponierenden Faktoren wie beispielsweise einer vorbestehenden depressiven Verstimmung, dem Alter und den anderen Vorerkrankungen und zum anderen von den Ergebnissen des operativen Eingriffs ab. Für die Patienten die

nach einer solchen Herzoperation mit einer verhältnismäßig kleinen Wunde erwachen und diese Wunde bei den Patienten nur einen geringen Schmerz verursacht, sind meist früher wieder zu Bewegung und Integration in den Alltag motiviert. Eine signifikant schnellere Mobilisation und geringere Einschränkungen von MIDCAB Patienten, im Vergleich zu einer konventionell operierten Patientengruppe, wurde von Diegeler et al. beobachtet (**Diegeler et al. 1999b**). So kann man bei Patienten mit medianer Sternotomie, durch die Instabilität des Brustkorbes, von einer eingeschränkten körperlichen Belastbarkeit für 3 bis 6 Monate ausgehen (**Cremer et al. 2002**).

Bei 69 % der mittels MIDCAB versorgten Patienten war das körperliche und seelische Gleichgewicht nach 2 bis 4 Monaten bereits wieder vollständig hergestellt und 73,2 % der Patienten schätzten ihre körperlichen Leistungsfähigkeit als besser im Vergleich zum präoperativen Status ein (Tabelle 18 und Abbildung 20). Auch in einer Studie mit Patienten mit hohem Operationsrisiko von Sunderdiek et al. gaben 82% der Patienten eine Besserung ihrer Symptomatik an (**Sunderdiek et al. 2003**). Im Patientenkollektiv unterscheiden sich die einzelnen Altersgruppen nicht signifikant im Hinblick auf eine vollständige Heilung bzw. eine Heilung, die mit einigen Einschränkungen verbunden gewesen ist (Tabelle 17).

Um noch einmal besonders Bezug auf den Einfluß der Psyche im Heilungsprozess zu nehmen, wird durch Abbildung 19 der signifikante Unterschied im Verlauf des Genesungsprozesses bei subjektiv von den Patienten empfundener geringer oder starker Belastung nach dem Eingriff verdeutlicht. Eine starke psychische Belastung wurde postoperativ nur von 6 Patienten (8,45%) beklagt. In der Studie von Wray et al. trat nur bei einer Patientin eine leichte Depression auf und bei Al- Ruzzeh et al. waren leichte psychische Probleme bei insgesamt 10,6% der Patienten zu beobachten. Im Vergleich mit der Studie von Pignay-Demaria et al. über psychische Einschränkungen bei konventionell operierten Patienten lagen die Raten für Angst und Depression hier höher als in den Studien mit MIDCAB Patienten. Bei Diegeler et al. hingegen nahmen die Einschränkungen im sozialen und emotionalen Bereich nach der MIDCAB Intervention zwar postoperativ kontinuierlich ab, unterschieden sich aber nicht signifikant von einer konventionell operierten Vergleichsgruppe (**Al Ruzzeh et al. 2004, Wray et al. 2004, Pignay-Demaria et al., 2003, Diegeler et al. 1999b**).

4.3.4 Gesamteinschätzung

Durch die Gesamteinschätzung soll zusammenfassend verdeutlicht werden, wie die Patienten den gesamten Eingriff samt Genesung empfunden haben. Für 88% der Patienten verliefen Operation und Heilungsprozess subjektiv gut bis sehr gut.

Alle von mir betrachteten Studien zur Lebensqualität nach MIDCAB Operation zeigten eine deutliche Verbesserung der Lebensqualität der Patienten (**Al-Ruzzeh et al. 2004, Wray et al. 2004, Sunderdiek et al. 2003, Biglioli et al. 2000, Diegeler et al. 1999b**). Die positiven Studienergebnisse können durch die Aussagen der befragten Patientengruppe bestätigt werden. Die guten Ergebnisse sowohl unmittelbar postoperativ als auch im weiteren Verlauf basieren zum einen sicherlich auf dem Ausgangsprofil der Patientengruppe. Die Patienten waren mit einem Alter von durchschnittlich 60,2 Jahren für einen solchen Eingriff relativ jung und mit dem Vorliegen einer Eingefäßerkrankung bei 63,1% der Patienten war die kardiale Morbidität beim überwiegenden Teil der Patienten nicht so stark ausgeprägt wie bei den Patienten, die einem konventionellen Bypassverfahren mit Herz-Lungenmaschine und Sternotomie unterzogen wurden. Bei diesen Patienten wird der durch die Sternotomie gegebene Zugang zum Herzen heute meist zum Anlegen mehrerer Bypässe genutzt. Zum anderen ist das Ergebnis abhängig von den Fähigkeiten des operierenden Chirurgen, damit die zwei wichtigsten Vorzüge des Verfahrens, Vermeidung der Herz-Lungenmaschine und minimaler lateraler Zugang, dem Patienten in vollem Umfang zu Nutze gemacht werden können.

4.4 Diskussion der kardialen Funktion nach Rehabilitation

Ziel dieser Erhebung sollte es sein, die subjektiven Aussagen der Patienten auf der Basis kardialer Funktionsprüfungen bestätigen zu können. Von ärztlicher Seite wurde der Allgemeinzustand bei 41 Patienten (78,8%) mit einem NYHA Stadium von 1 bis 2 für gut befunden (Tabelle 19). Diese Patienten sind beschwerdefrei bei normaler körperlicher Belastung (NYHA 1) oder weisen erst bei stärkerer Belastung Beschwerden auf (NYHA 2). Die Beurteilung des Schweregrades anhand der NYHA-Klassifikation ist relativ grob und subjektiv, dennoch kann das Überwiegen der NYHA Stadien 1 und 2 mit als Zeichen der überwiegend normalen Pumpfunktion in der Patientengruppe gewertet werden. Eine Angina pectoris als Leitsymptom einer

Myokardischämie ist nur bei 21% der Patienten aufgetreten, die restlichen 79% der Patienten sind in dieser Hinsicht symptomfrei gewesen (Abbildung 22). Bei der Betrachtung der Beschwerdesymptomatik, abgesehen von der Angina pectoris, waren 60% der Patienten beschwerdefrei (Abbildung 23). Herzangst oder eine depressive Verstimmung wurde von ärztlicher Seite bei 2 % der Patienten festgestellt. Dies korreliert zum einen mit der bei 64,8% der Patienten berichteten nur geringen psychischen Belastung nach dem Eingriff und bestätigt zum anderen die in der Literatur getroffenen Aussagen zu Angst und Depression in Zusammenhang mit dem Eingriff (**Wray et al. 2004, Al-Ruzzeh et al. 2004, Diegeler et al. 1999b**).

Die Ejektionsfraktion war bei 61,9% der Patienten mit größer 60% schon präoperativ im normalen Bereich. Dennoch wird aus Abbildung 24 ersichtlich, dass sich die Ejektionsfraktion bei der Mehrzahl der Patienten postoperativ noch verbessert hat. Am genauesten kann man die Ejektionsfraktion bei einer Herzkatheteruntersuchung bestimmen, so dass es bei der echokardiographischen Bestimmung in der Praxis sicherlich immer geringe Differenzen zwischen verschiedenen Untersucher geben wird. Aber man kann aus der Darstellung in Abbildung 24 dennoch einen Trend für die Patientengruppe ablesen, zumal sich die verbesserte Pumpfunktion des Herzens gut mit den anderen erhobenen Parametern bezüglich Allgemeinzustand und Ergometrie in Übereinstimmung bringen lässt. Auch in der Literatur lag in den meisten Studien bei den Patienten schon präoperativ eine gute Pumpfunktion des Herzens vor (**Al Ruzzeh et al. 2004, Ng et al. 2000, Diegeler et al. 1999b, Diegeler et al. 1998**).

Von den 52 Patienten können sich insgesamt 35 Patienten (67,3%) mit einer Ergometrieleistung von 125-150 Watt wieder schwer im Alltag belasten (Abbildung 26). Bei 83% der Patienten waren auch keinerlei Ischämiezeichen im Belastungselektrokardiogramm zu beobachten, wobei für die Detektion grenzwertiger Stenosen auf eine maximale Ausbelastung des Patienten geachtet werden muß. Die Ergometrie hat nicht nur eine große diagnostische Bedeutung, sondern erlaubt auch Aussagen zur Prognose bei Patienten mit koronarer Herzkrankheit (**Miranda et al. 1991**). Sie kann deshalb als wichtiger Bestandteil der nichtinvasiven Diagnostik nach einer Bypassoperation angesehen werden. Allerdings sollte bei der Beurteilung der Ergometrie die Abhängigkeit der erbrachten Leistung von vielen verschiedenen Kriterien wie Alter, Gewicht, Größe, Geschlecht, Gelenkerkrankungen, Kooperation und vor allem auch Trainingszustand bedacht

werden. Ein vorzeitiger Abbruch ohne Ischämiezeichen kann deshalb auch einen Trainingsmangel oder den Einfluß nicht kardialer Erkrankungen bedeuten. Dieser mangelnde Trainingszustand kann zu einem Abbruch auf so niedriger Stufe führen, dass der für die Ischämiediagnostik notwendige Frequenzanstieg ausbleibt. Diese Faktoren sind bei der Interpretation der Ischämiefreiheit bei 83% der Patienten und der nur geringen Belastbarkeit von unter 50 bis 75 Watt bei sieben Patienten mit zu bedenken (Abbildung 26 und Abbildung 27).

In Korrelation zur Ergometrie zeigten sich auch im Ruhe-Elektrokardiogramm bei 79% der Patienten keine Rückbildungsstörungen, die mit als mögliches Zeichen einer Myokardischämie gelten könnten (Tabelle 20).

Die guten Ergebnisse der Funktionsuntersuchungen des Herzens bei der Mehrzahl der Patienten können als Bestätigung der Patienteneinschätzung und damit auch als Erfolg der Operationsmethode bei diesem Patientenkollektiv gewertet werden.

4.5 Diskussion der Koronarangiographie

4.5.1 Offenheitsrate des Bypasses im Patientenkollektiv

Die Beurteilung der Bypassfunktion durch die Koronarangiographie ist, neben den Ergebnissen der nichtinvasiven Untersuchungen und der subjektiven Bewertung seitens der Patienten, ein weiterer wichtiger Bestandteil zur Evaluierung des Erfolges des MIDCAB Verfahrens. Denn eine nicht pathologische nichtinvasive Untersuchung kann auch auf eine Kollateralenbildung bei stenosiertem Bypass zurückzuführen sein.

Die Offenheitsrate des A. mammaria Bypasses bei den 15 koronarangiographierten Patienten betrug 93,3%. Diese Rate erlaubt trotz der geringen Patientenzahl die Generierung der Hypothese, dass MIDCAB für die Patientengruppe als sicheres und prognostisch günstiges Verfahren angesehen werden kann.

In der Literatur finden sich ebenfalls Studien mit sehr hohen Offenheitsraten des A. mammaria Bypasses. Auch in Studien mit einer ähnlichen Zahl an postoperativ durchgeführten Angiographien zeigen sich hohe Offenheitsraten des Bypasses, so beispielsweise bei Diegeler et al., die bei einer Kontrollkoronarangiographie bei 48 Patienten sechs Monate nach der Intervention über eine Offenheitsrate von 92,6% berichteten (**Diegeler et al. 1999d**).

Bei Detter et al. ergaben sich in den beiden Patientengruppen, die zum einen mittels OPCAB-Technik und zum anderen mittels MIDCAB operiert wurden, keine Unterschiede in den Offenheitsraten. In der die MIDCAB Intervention und die Stentimplantation vergleichenden Studie von Cisowski et al. sind hingegen Unterschiede in den Restenoseraten zu verzeichnen. In der Gruppe mit Stentimplantation wiesen 18% der Patienten eine Restenose auf, während das in der MIDCAB Gruppe nur bei 2% der Patienten der Fall war.

In der Studie von Diegler et al. wurden die Patienten einige Tage nach der Operation einer Kontrollangiographie unterzogen und anschließend erfolgte eine zweite Kontrolle nach 6 Monaten. Bei ca. 25 % der Patienten zeigte sich bei der zweiten Nachunteruntersuchung eine Verminderung kleiner Verengungen an der Anastomosenstelle, die bei der ersten Untersuchung festgestellt wurden waren. Bei diesen Engstellen kann es sich auch um einen funktionellen Verschuß durch die Flußadaptation des arteriellen Grafts bei geringem Fluß oder um einen Spasmus des Gefäßes handeln, der keine Reintervention erfordert (**Falk et al. 2002**).

Aufgrund der Invasivität der Angiographie sind viele Patienten nicht bereit, einen solche Kontrolle durch führen zu lassen. Somit kann die Gesamtoffenheitsrate des Kollektivs nur ausgehend von der Stichprobe und unter Annahme der Repräsentativität extrapoliert werden.

	Offenheitsrate oder Stenoserate des Bypasses
Subramanian et al.	96,2 % offen
Diegeler et al. 1999a	96,6 % offen
Detter et al., 2002	96,2 % offen
Cisowski et al., 2002	98 % offen
Kettering et al., 2004	4,1% verschlossen, 4,4 % Restenose

Tabelle 28: Angaben zur Offenheitsrate des A. mammae Bypasses in der Literatur

Den A. mammaria Bypässen werden also in der Literatur gute kurzfristige und gute mittelfristige Ergebnisse bestätigt. Größere Studien, die Aussagen zu langfristigen Erfolgen der Methode treffen können, stehen gegenwärtig noch aus.

Auf die Bedeutung der Wahl der A. mammaria als Bypassgefäß soll im nachfolgenden Abschnitt genauer eingegangen werden.

4.5.2 Offenheitsrate von A. mammaria Bypässen

Für die A. mammaria interna als Bypassgraft konnte eine Verbesserung der Überlebensrate um 10 bis 30% im Vergleich mit venösen Bypässen festgestellt werden (**Loop 1996**). Nach ca. 10 Jahren sind noch 90-95% der A. mammaria Grafts offen, während 50-75% der Venenbypässe verschlossen oder erheblich stenosiert sind. Man unterscheidet hierbei den akuten und den späten Bypassverschluß. Ursache für den frühen Verschluß ist zumeist ein akuter thrombotischer Verschluß des Bypasses durch Plaqueaufbruch im Anstomosenbereich, Endothelschäden am Bypass oder Fehler bei der Anastomosierung. Im weiteren Verlauf kommt es dann zu Umbauvorgängen der in die arterielle Zirkulation implantierten Venensegmente, u.a. durch turbulente Scherkräfte. Diese Endothelschädigung führt dann längerfristig zu einem arteriosklerotischen Bypassverschluß (**Falk et al. 2002**).

Im Gegensatz dazu, liegt der Vorteil der A. mammaria in der relativen Immunität gegenüber der Arteriosklerose begründet. Dennoch findet sich eine Arteriosklerose in den ersten postoperativen Jahren in einem höheren Ausmaß in den transplantierten Gefäßen als in den Nativgefäßen (**Loop 1996**). Laut Cosgrove et al. hatten in den ersten zwei Jahren nach einer Bypassoperation 39% der Patienten mit A. mammaria bypass eine Läsion proximal der Bypassanastomose. Im Vergleich dazu wiesen 67% mit einem Venenbypass eine solche Gefäßläsion auf (**Cosgrove et al. 1981**).

Bei einer nichtkritischen Arteriosklerose in anderen Gefäßen konnte durch Boylan et al. ein erhöhtes Eintreten kardialer Ereignisse bei Patienten mit Venenbypass im Gegensatz zu Patienten mit Mammaria-Bypass gezeigt werden (**Boylan et al. 1994**). Durch Cameron et al. konnte die Nutzung der A. mammaria als signifikanter Vorhersagefaktor für das Überleben der Patienten bestätigt werden. Die präoperative Entscheidung, die A. mammaria als Bypassgraft auszuwählen, hat

einen größeren Einfluß auf das Überleben als die Faktoren, die nach dem Eingriff maßgebend für einen Verschuß sind, z.B. Progression der Arteriosklerose (**Cameron et al. 1996**).

Für das ausgeprägte Risikoprofil der Patientengruppe in Bezug auf die Entwicklung einer Arteriosklerose (siehe Abschnitt 3.1.2.1) stellt sich die Wahl eines A. mammaria Bypasses aus den oben genannten Gründen als prognostisch sehr günstig dar.

Da insgesamt 34 Patienten (36,9%) keine Eingefäßerkrankung, sondern eine Zwei- oder Dreigefäßerkrankung aufwiesen, besteht bei diesen Patienten die Möglichkeit eines weiteren operativen Eingriffes am Koronarsystem. Lytle et al. konnten für solche Reoperationen nachweisen, das sich bei intaktem A. mammaria Bypass das Operationsrisiko nicht erhöht (**Lytle et al. 1994**).

5. Schlussfolgerung

Die meisten Patienten haben den Eingriff sowohl hinsichtlich des subjektiven Krankheitserlebens als auch hinsichtlich des operativen Eingriffs und der postoperativen körperlichen Einschränkungen gut toleriert. Ausgehend von den bestehenden Vorerkrankungen konnten keine negativen Auswirkungen auf den operativen und postoperativen Verlauf beobachtet werden. Die geringe Konversions- und Komplikationsrate unter der Operation und auch im postoperativen Verlauf zeigt weiterhin, dass der technisch anspruchsvolle MIDCAB Eingriff durch die operierenden Chirurgen sicher durchgeführt werden konnte. In der Mehrzahl der Fälle ist eine schnelle Rehabilitation und Verbesserung bei der Bewältigung von Alltagsbelastungen erfolgt und die psychische Beeinträchtigung im Rehabilitationsverlauf kann überwiegend als gering eingestuft werden.

MIDCAB stellte sich somit für die Patientengruppe als eine Alternative zur etablierten konventionellen Bypassoperation mit HLM und Sternotomie dar und das nicht nur für streng selektionierte Patienten, sondern auch für Patienten mit einem erhöhten Operationsrisiko. In Bezug auf die Stentimplantation kann die MIDCAB Intervention durch seine hervorragenden Offenheitsraten des arteriellen Bypasses und damit geringere Reinterventionsrate als eine Methode der Wahl bei der Behandlung der Eingefäßerkrankung gelten. Dennoch bietet die Stentimplantation immer noch die Vorteile der Narkosevermeidung, des noch geringeren Traumas und des sehr kurzen

Krankenhausaufenthaltes. Die Entscheidung für einen primären MIDCAB Eingriff oder für eine Stentimplantation wird also auch in Zukunft zunächst für jeden einzelnen Patienten individuell getroffen werden müssen. Über das Hybridverfahren ist bereits eine suffiziente Verbindung beider minimalinvasiver Verfahren zur Behandlung von Mehrgefäßerkrankungen erzielt worden. Das über den begrenzten Zugang beim MIDCAB Verfahren vor allem Eingefäßerkrankungen des RIVA chirurgisch therapiert werden können, ist ein weiterer limitierender Faktor der Methode, aber auch hier gibt es Bestrebungen zur Ausdehnung der Anwendbarkeit des Verfahrens unter Beibehaltung des Vorteils der minimalen Invasivität. Watanabe et al. wandten MIDCAB erfolgreich zur Revaskularisation des gesamten linken Ventrikels an und Kappert et al. berichteten über ebenfalls erfolgreiche total endoskopische Eingriffe an den Herzkranzgefäßen (**Kappert et al. 2000, Watanabe et al. 1999**). Zur Vermeidung der Nebenwirkungen der Allgemeinnarkose sind Interventionen am wachen Patienten in thorakaler Epiduralanästhesie durchgeführt worden, diese allerdings über eine mediane Sternotomie (**Karagoz et al. 2003, Aybek et al. 2002**). Da das MIDCAB Verfahren ein technisch aufwendiges Verfahren ist, waren zu Beginn der Anwendung der minimal-invasiven Koronarchirurgie lange Operationszeiten und eine höhere Komplikationsrate zu verzeichnen. Nachdem die chirurgische Lernphase überwunden war und die Bestrebungen zur Vereinfachung von Technik und Instrumentarium erfolgreich waren, konnte das Verfahren immer präziser und sicherer angewandt werden. Heute kann das Verfahren neben den konventionellen Bypassverfahren als etabliert angesehen werden. (**Cremer et al. 2002**).

III. LITERATURVERZEICHNIS

- Abu-Omar Y, Taggart DP. Off-pump coronary artery bypass grafting. Lancet 2002; 360: 327-29
- Al-Ruzzeh S, Mazrani W, Wray J, Modine T, Nakamura K, George S, Ilsley C, Amrani M. The clinical outcome and quality of life following minimally invasive direct coronary artery bypass surgery. J Card Surg 2004; 19: 12-16
- Alessandrini F, Luciani N, Marchetti C, Guadino M, Possati G. Early results with the minimally invasive thoracotomy for myocardial revascularization. Eur J Cardiothorac Surg 1997; 11(6):1081-5
- Angelini GD, Taylor FC, Reeves BC, Ascione R. Early and midterm outcome after off-pump and on-pump surgery in beating heart against cardioplegic arrest studies (BHACAS 1 und 2): a pooled analysis of two randomised controlled trials. Lancet 2002; 359: 1194-99
- Ascione R, Lloyd CT, Underwood MJ, Lotto AA, Pitsis AA, Angelini GD. Inflammatory response after coronary revascularization with or without cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 2000; 69: 1198-204
- AWMF Leitlinien Diagnose und Behandlung der chron. KHK, 2003:
<http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/11/ikard001.htm>
- AWMF Leitlinien KHK, Sozialmedizinische Leistungsbeurteilung
<http://www.uni-duesseldorf.de/WWW/AWMF/11/sozm-003.htm>
- Aybek T, Dogan S, Kessler P, Neidhart G, Khan MF, Wimmer – Greinecker G, Moritz A. Totalarterielle Bypassoperationen über komplette Sternotomie am wachen Patienten. Z Kardiologie 2002; 91(3): 238-242
- BARI Investigators. Comparison of coronary bypass surgery with angioplasty in patients with multivessel disease, N Engl J Med 1996; 335: 217-225
- Bendszus M, Reents W, Franke D, Müllges W, Babin-Ebel J, Warmuth-Metz M, Koltzenburg M, Solymosi L. Brain damage after coronary artery bypass grafting. Archives of Neurology 2002; Bayerische Julius-Maximilians-Universität Würzburg

-
- Benetti F, Dullum MK, Stamou SC, Corso PJ. A xiphoid approach for minimally invasive coronary artery bypass surgery. *J Card Surg* 2000; 15(4): 244-50
 - Benetti FJ, Ballester C. Use of thoracoscopy and minimal thoracotomy in mammary coronary bypass to left anterior descending artery without extracorporeal circulation. *J Cardiovasc Surg* 1995; 36: 159-161
 - Benetti FJ, Naselli G, Wood M. Direct myocardial revascularization without extracorporeal circulation: experience in 700 patients. *Chest* 1991;100: 312-316
 - Berenson GS, Srinivasan SR, Bao W, Newman WP 3rd, Tracy RE, Wattigney WA. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. The Bogalusa Heart Study. *N Engl J Med* 1998; 338 (23): 1690-2
 - BhaskerRao B, VanHimbergen D, Edmonds HL Jr., Jaber S, Ali AT, Pagni S, Koenig S, Spence PA. Evidence for improved cerebral function after minimally invasive bypass surgery. *J Card Surg* 1998; 13 (1): 27-31
 - Biglioli P, Antona C, Alamanni F, Parolari A, Toscano T, Pompilio Polvani G. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting: midterm results and quality of life. *Ann Thorac Surg* 2000; 70 (2): 456-60
 - Bisbos AD, Skubas N, Minadakis GN, Smirlis D, Karakanis G, Spanos PK. Surgical revascularization of the left anterior descending artery with the MIDCAB technique. *Hellenic J Cardiol* 2002; 43: 236-241
 - Boylan MJ, Lytle BW, Loop FD. Surgical treatment of isolated left anterior descending coronary stenosis: comparison of left internal mammary artery and venous autograft at 18 to 20 years follow- up. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107:657-662
 - Burstein D. MR imaging of coronary artery flow in isolated and in vivo hearts. *J Magn Reson Imaging* 1991;1:337- 46
 - Calafiore AM, Giammarco GD, Teodori G, Bosco G, D' Annunzio E, Barsotti A, Maddestra N, Paloscia L, Vitolla G, Sciarra A, Fino C, Contini M. Left anterior descending coronary artery grafting via left anterior small thoracotomy without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1658-1665

-
- Cameron A, Davis KB, Green G, Schaff HV. Coronary bypass surgery with internal thoracic artery grafts-effects on survival over a 15 year period. *N Engl J Med* 1996; 334: 216-219
 - Carrier M, Gregoire J, Tronc F, Cartier R, Leclerc Y, Pelletier LC. Effect of internal mammary artery dissection on sternal vascularization. *Ann Thorac Surg* 1992 ; 53(1) :115-9
 - Chiu-Pinheiro CK, O'Brien T, Katusic ZS, Bonilla LF, Hamner CE, Schaff HV. Gene transfer to coronary artery bypass conduits. *Ann Thorac Surg* 2002; 74 (4):1161- 6
 - Chen SJ, Wilson JM, Muller DW. Adenovirus- mediated gene transfer of soluble vascular cell adhesion molecule to porcine interposition vein grafts. *Circulation* 1994; 89(5):1922- 8
 - Cisowski M, Drzewiecki J, Drzewiecki-Gerber A, Jaklik A, Krucak W, Szczeklik M, Bochenek A. Primary stenting versus MIDCAB: preliminary report- comparison of two methods of revascularization in single left anterior descending coronary artery stenosis. *Ann Thorac Surg* 2002; 74(4): S 1334- 9
 - Cosgrove DM, Loop FD, Saunders CL, Lytle BW, Kramer JR. Should coronary arteries with less than fifty percent stenosis be bypassed? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 82(4): 520-30
 - Coulson AS, Bakhshay SA. The „T-MIDCAB“ Procedure. Use of extension grafts from the undisturbed internal mammary artery in high risk patients. *The Heart Surgery Forum* 1998; 1: 54- 59
 - Cremer J, Böning A, Fraund S. Minimalinvasive Koronarchirurgie. *Herz* 2002; 27: (5): 403- 406
 - De Canniere D, Jansens JL, Goldschmidt-Clermont P. Combination of minimally invasive coronary bypass and percutaneous transluminal coronary angioplasty in the treatment of double- vessel coronary disease: Two-year follow-up of a new hybrid procedure compared with "on-pump" double bypass grafting. *Am Heart J* 2001; 142(4): 563-70
 - De Jesus RA, Acland RD. Anatomic study of the collateral blood supply of the sternum. *Ann Thorac Surg* 1995; 59 (1): 163- 8
 - Debatin JF, Strong JA, Sostman HD. MR characterization of blood flow in native and grafted internal mammary arteries. *J Magn Reson Imaging* 1993; 3: 443- 50
-

-
- Detrano R, Hsaii T, Wang S, Puentes G, Fallavollita J, Shields P, Stanford W, Wolfkiel C, Georgiou D, Budoff M, Reed J. Prognostic value of coronary calcification and angiographic stenoses in patients undergoing coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 285- 290
 - Detter C, Reichenspurner H, Boehm DH, Thalhammer M, Raptis P, Schutz A, Reichart B. Minimally invasive direct coronary artery bypass grafting (MIDCAB) and off-pump coronary artery bypass grafting (OPCAB): two techniques for beating heart surgery. *Heart Surg Forum* 2002; 5 (2): 157- 62
 - Diegeler A, Falk V, Matin M, Battellini R, Walther T, Autschbach R, Mohr FW. Minimally invasive coronary artery bypass grafting without cardiopulmonary bypass: early experience and follow-up. *Ann Thorac Surg* 1998; 66: 1022-5
 - Diegeler A, Matin M, Falk, Battellini R, Walther T, Autschbach R, Mohr FW. Coronary bypass grafting without cardiopulmonary bypass-technical considerations, clinical results, and follow up. *Thorac Cardiovasc Surg.* 1999d; 47(1): 14-8
 - Diegeler A, Matin M, Falk V, Binner C, Walther T, Autschbach R, Mohr FW. Indication and patient selection in minimally invasive and off-pump coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999c; 16 Suppl. 1: 79-82
 - Diegeler A, Matin M, Kayser S, Binner Ch, Autschbach R, Battellini R, Krankenberg H, Mohr FW. Angiographic results after minimally invasive coronary bypass grafting using the minimally invasive direct coronary bypass grafting (MIDCAB approach). *Eur J Cardiothorac Surg* 1999a; 15: 680-4
 - Diegeler A, Thiele H, Falk V, Hambrecht R, Spyranis N, Sick P, Diederich KW, Mohr FW, Schuler G. Comparison of stenting with minimally invasive bypass surgery for stenosis of the left anterior descending coronary artery. *N Engl J Med* 2002; 347 (8): 561-566
 - Diegeler A, Walther T, Metz S, Falk V, Krakor R, Autschbach R, Mohr FW. Comparison of MIDCAB versus conventional CABG surgery regarding pain and quality of life. *The Heart Surgery Forum* 1999b; 2 (4): 290-296
 - Dilsizian V, Bonow RO. Current diagnostic techniques of assessing myocardial viability in patients with hibernating and stunned myocardium. *Circulation* 1993; 87:1-19

-
- Dullum MKC, Block J, Quazi A, Shawl F, Benetti F. Xiphoid MIDCAB: Report of the technique and experience with a less invasive MIDCAB procedure. The Heart Surgery Forum 1999; 2(1): 77-81
 - Edmunds LH Jr. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. Ann Thorac Surg 1998; 66 (Suppl): 12-16
 - Endo M. The history and evolution of coronary artery bypass grafting. Nippon Geka Gakkai Zasshi 2000; 101(12):827-32
 - Falk V, Walther T, Gummert JF, Mohr FW. Arterielle Revaskularisation der Koronargefäße. Herz 2002; 27: 426-34
 - Frank H. Bildgebende Verfahren in der Diagnostik der koronaren Herzerkrankung. Radiologe 1997; 37: 359-365
 - Fuster V, Badimon L, Badimon J, Chesebro J. The Pathogenesis of coronary artery disease and the acute coronary syndroms. N Engl J Med 1992; 326: 242-250
 - GadaletaD, Risucci DA, Nelson RL, Tortolani AJ, Hall M, Parnell V, Chiodo C, Green S. Effects of morbid obesity and diabetes mellitus on risk of coronary artery bypass grafting. Am J Cardiol 1992; 70: 1613-1614
 - Grossi EA, Esposito R, Harris LJ; Crooke GA, Galloway AC, Colvin SB, Culliford AT, Baumann FG, Yao K, Spencer FC. Sternal wound infections and use of internal mammary artery grafts. J Thorac Cardiovasc Surg 1991; 102 (3): 342-7
 - Gu YJ, Mariani MA, van Oeveren W, Grandjean JG, Boonstra PW. Reduction of the inflammatory response in patients undergoing minimally invasive coronary artery bypass grafting. Ann Thorac Surg 1998; 65: 420-424
 - Guler M, Kirali K, Toker ME, Bozbuga N, Omeroglu SN, Akinci E, Yakut C. Different CABG methods in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Ann Thorac Surg 2001; 71 (1): 152-7
 - Hayashida N, Teshima H, Chihara S, Tomoeda H, Takaseya T, Hiratsuka R, Shoujima T, Takagi K, Kawara T, Aoyagi S. Does off-pump coronary artery bypass grafting really preserve renal function? Circ J 2002; 66 (10):921-5
 - Herold, Koronare Herzerkrankung. Ausgabe 2003; 1-10:
www.herold-innere-medizin.de/pdf/khk.pdf

-
- Hilberman M, Myers BD, Carrie BJ, Derby G, Jamison RL, Stinson EB. Acute renal failure following cardiac surgery. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 1979; 77: 880
 - Hirotani T, Kameda T, Kumamoto T, Shiota S, Yamano M. Effects of coronary artery bypass grafting using internal mammary arteries for diabetic patients. *Am J Cardiol* 1999; 34: 532-538
 - Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26 year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1983; 67: 968-977
 - Hunink MG, Goldman L, Tosteson AN, Mittleman MA, Goldman PA, Williams LW, Tsevat J, Weinstein MC. The recent decline in mortality from coronary heart disease 1980-1990. The effect of secular trends in risk factors and treatment. *JAMA* 1997; 277: 535-542
 - Kappert U, Schneider J, Cichon R. Closed chest totally endoscopic coronary artery bypass surgery: fantasy or reality? *Curr Cardiol Rep* 2000; 2: 558-63
 - Karagoz HY, Kurtoglu M, Bakkaloglu B, Sonmez B, Cetintas T, Bayazit K. Coronary artery bypass grafting in the awake patient: three years experience in 137 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003 Jun; 125(6):1401-4
 - Kettering K, Dapunt O, Baer F. Kurz-und mittelfristige Ergebnisse nach minimal-invasiver direkter koronararterieller Bypass-Operation (MIDCAB): eine Meta-Analyse. *Z Kardiologie* 2004; 93: Supplement 3
 - Kim J, Hammar N, Jakobsson K, Luepker RV, McGovern PG, Iver T. Obesity and the risk of early and late mortality after coronary artery bypass graft surgery. *Am Heart J* 2003; 146 (3): 555-60
 - King SB 3rd, Lembo NJ, Weintraub WS, Kosinski AS, Barnhart HX, Kutner MH, Alazraki NP, Guyton RA, Zhao XQ. A randomized trial comparing coronary angioplasty with coronary bypass surgery: Emory Angioplasty versus Surgery Trial (EAST). *N Engl J Med*. 1994; 331(16):1044-50
 - Kirklin JK, Westaby S, Blackstone EH. Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86: 845-57
 - Knobloch K, Lichtenberg A, Pichlmaier M, Mertsching H, Krug A, Klima U, Haverich A. Microcirculation of the sternum following harvesting of the left internal mammary artery. *Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 51(5): 255-9
-

-
- Kolenda KD. Sozialmedizinische Beurteilung und Beratung von Patienten mit KHK. Deutsche Medizinische Wochenschrift 1998; 123: 741-747
 - Kolessov VI. Mammary artery-coronary artery anastomosis as method of treatment for angina pectoris. J Thorac Cardiovasc Surg 1967; 54(4): 535-44
 - La Rosée K, Baer FM. Pathophysiologische Aspekte der myokardialen Vitalität. Universität zu Köln, 2004:
<http://www.thieme.de/dmw/cme/beitrag/seite 2.html>
 - Leitlinie zur Diagnose und Behandlung der chronischen koronaren Herzerkrankung:
<http://www.dgk.org/leitlinien/index.aspx>
 - Lichtenberg A, Hagl C, Harringer W, Klima U, Haverich A. Effects of minimal invasive coronary artery bypass on pulmonary function and postoperative pain. Ann Thorac Surg 2000; 70: 461-5
 - Lichtenberg A, Klima U, Paeschke H, Pichlmaier M, Ringes-Lichtenberg S, Walles T, Goerler H, Haverich A. Impact of diabetes on outcome following isolated minimally invasive bypass grafting of the left anterior descending artery. Ann Thorac Surg 2004; 78(1): 129-34
 - Loop FD. Internal thoracic artery grafts-biologically better coronary arteries. N Engl J Med 1996; 334: 263-265
 - Löwel H, Engel S, Hörmann A, Gostomzyk J, Bolte HD, Keil U. Akuter Herzinfarkt und plötzlicher Herztod aus epidemiologischer Sicht. Intensivmedizin 1999; 36: 652- 661
 - Lu JC, Grayson AD, Jha P, Srinivasan AK, Fabri BM. Risk factors for sternal wound infection and midterm survival following coronary artery bypass surgery. Eur J Cardiothorac Surg 2004; (1):142- 3
 - Lytle BW, McElroy D, McCarthy P. Influence of arterial coronary bypass grafts on mortality in coronary reoperations. J Cardiovasc Surg 1994; 107:675- 682
 - Manning WJ, Li W, Boyle NG, Edelman RR. Fat suppressed breath hold magnetic resonance coronary angiography. Circulation 1993; 87: 94-104
 - Mark DB, Newman MF. Protecting the brain in coronary artery bypass graft surgery. JAMA 2002; 287 (11):1448- 1450

POEM 2001

- Mehran R, Subramanian V, Mack M, Pfister A, Corso P, Dullum MKC, Gill IS, Douville EC, Brunsting T, Magovern J, Matheny R, Lansky AJ, Leon MB. Preliminary results from the patency outcomes and economics of MIDCAB (POEM) trial: Minimally invasive direct coronary revascularization versus conventional bypass surgery. *Journal of the American College of Cardiology* 2000; 35: 340A
- Mehran R, Subramanian V, Mack M, Pfister A, Corso P, Gill IS, Douville EC, Brunsting T, Magovern J, Matheny R, Moses JW, Leon MB. Angiographic patency of LIMA – LAD anastomosis after MIDCAB compared to conventional CABG: Results from the POEM trial. *Journal of the American College of Cardiology* 2001; 37: 23 A
- Menon AK, Albes JM, Oberhoff M, Karsch KR, Ziemer G. Occlusion versus shunting during MIDCAB: effects on left ventricular function and quality of anastomosis. *Ann Thorac Surg* 2002; 73(5):1418-23
- Miranda CP, Lehmann KG, Froelicher VF. Correlation between resting ST segment depression, exercise testing, coronary angiography, and long-term prognosis. *Am Heart J* 1991; 122 (6): 1617-28
- Murkin JM, Boyd WD, Ganapathy S, Adams SJ, Peterson RC. Beating heart surgery: why expect less central nervous system morbidity? *Ann Thorac Surg* 1999; 68 (4): 1498-501
- Napoli C, D'Armiento FP, Mancini FP, Witztum JL, Palumbo G, Palinski W. Fatty streak formation occurs in human fetal aortas and is greatly enhanced by maternal hypercholesterolemia: intimal accumulation of LDL and its oxidation precede monocyte recruitment into early atherosclerotic lesions. *J Clin Invest* 1997; 100: 2680-9
- Napoli C, Glass CK, Witztum JL, Deutsch R, D' Armiento FP, Palin W. Influence of maternal hypercholesterolaemia during pregnancy on progression of early atherosclerotic lesions in childhood: Fate of early lesions in children (FELIC) study. *Lancet* 1999; 354 (9186): 1234-41
- Nashef SAM, Roques F, Michel P, Gauducheau S, Lemeshow, Salamon R, the Euroscore study group. European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardio Thorac Surg* 1999; 16: 9-13

-
- Nathoe HM, van Dijk D, Jansen EWL, Suyker WJL, Diephuis JC, van Boven WJ, de la Rivière AB, Borst C, Kalkman CJ, Grobbee DE, Buskens E, Jaegere PPT. A comparison of on-pump and off-pump coronary bypass surgery in low risk patients. *N Engl J Med* 2003; 348: 394-402
 - Ng PC, Chua AN, Swanson MS, Koutlas TC, Chitwood WR, Elberry JR. Anterior thoracotomy wound complications in minimally invasive direct coronary artery bypass. *Ann Thorac Surg* 2000; 69: 1338-41
 - Novotny U, Kelm-Kahl I, Gottberg A, Erbel R. Bertelsmann Springer Medizin online GmbH, 2001:
http://www2.lifeline.de/yavivo/Erkrankungen/GG_khk_koron_Herzerkrankung/
 - Online Roche Lexikon Medizin, 1999
<http://www.tk-online.de/rochelexikon/>
 - Oster H. Octopus Koronarrevaskularisation ohne extrakorporale Zirkulation. *Z Kardiologie* 1999; 88: Suppl 4 IV/10-IV/16
 - Pagni S, Salloum EJ, Tobin GR, VanHimbergen DJ, Spence PA. Serious wound infections after minimally invasive coronary bypass procedures. *Ann Thorac Surg* 1998; 66 (1): 92-4
 - Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, Mackenbach JP, Mamun AA, Bonneux L, NEDCOM (= Netherlands Epidemiology and Demography Compression of Morbidity Research Group). Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy. *Ann Intern Med* 2003; 138 (1): 24-32
 - Pfister AJ, Zaki MS, Garcia JM. Coronary artery bypass without cardiopulmonary bypass. *J Thorac Surg* 1992; 54:1085-1092
 - Pignay-Demaria V, Lesperance F, Demaria RG, Frasure-Smith N, Perrault LP. Depression and anxiety and outcomes of coronary artery bypass surgery. *Ann Thorac Surg* 2003; 75 (1): 314-21
 - Renz – Polster H, Braun J. Basislehrbuch: Innere Medizin. 2 Auflage München–Jena: Urban Fischer 1999; S 59-65
 - Riecker G. Klinische Kardiologie: Krankheiten des Herzens, des Kreislaufs und der herznahen Gefäße ; mit 179 Tabellen. 3. Auflage Berlin: Springer Verlag 1991; S 358-362
 - Riha M, Danzmayr M, Nagele G, Müller L, Hoefer D, Ott H, Laufer G, Bonatti J. Off-pump coronary artery bypass grafting in EuroSCORE high and low risk patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21 (2): 193-8
-

-
- Rivetti LA, Gandra SM. Initial experience using an intraluminal shunt during revascularization of the beating heart. *Ann Thorac Surg* 1997; 63(6):1742-7
 - Rose EA. Off-Pump coronary artery bypass surgery. *N Engl J Med* 2003; 348 (5): 379-80
 - Roskamm H, Reindell H, Herzkrankheiten, Springer Verlag, 4. Auflage, 1996
 - Rubinstein RI, Askenase AD, Thickman D. Magnetic resonance imaging to evaluate patency of aortocoronary bypass grafts. *Circulation* 1987; 76: 786-91
 - Sans S, Kestelot H, Kromhout D. The burden of cardiovascular disease mortality in Europe. Task Force of the European Society of Cardiology on Cardiovascular Mortality and Morbidity Statistics in Europe. *Eur Heart J* 1997; 18: 1231-1248
 - Schneider A. Kardiologie: Belastungstest in der Praxis. *Primary Care* 2002; 2: 252-253
 - Schwartz M, Frombach R, Seger W. Arbeitsunfähigkeit nach Herzinfarkt, *Med.Sach.* 93 1997; Nr.3: 93-99
 - Shirai K, Lansky AJ, Mehran R, Dangas GD, Costntini CO, Fahy M, Slack S, Mintz GS, Stone GW, Leon MB. Minimally invasive coronary artery bypass grafting versus stenting for patients with proximal left anterior descending coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2004; 93 (8): 959-62
 - Sofer D, Gurevitch J, Shapira I, Paz Y, Matsa M, Kramer A, Mohr R. Sternal wound infections in patients after coronary artery bypass grafting using bilateral skeletonized internal mammary arteries. *Ann Surg* 1999; 229 (4): 585-90
 - Sones M, Shirey E. Cine coronary arteriography. *Concepts Cardiovasc Dis* 1962; 31: 735-738
 - Stallwood MI, Grayson Ad, Mills K, Scawn ND. Acute renal failure in coronary artery bypass surgery: independent effect of cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2004; 77(3): 968-72
 - Stierle U, Niederstadt C. *Klinikleitfaden Kardiologie* . 2. Auflage München–Jena: Urban–Fischer 1999, S. 128, 200–202
 - Struber M, Cremer JT, Gohrbandt B, Hagl C, Jankowski M, Volker B, Ruckoldt H, Martin M, Haverich A. Human cytokine responses to coronary artery bypass grafting with and without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 1330-1335
-

-
- Subramanian VA, Valavanur A, Patel, Nilesch U. Current Status of MIDCAB procedure. *Curr Opin in Cardiol* 2001; 16(5): 268-270
 - Subramanian VA. Less invasive arterial CABG on a beating heart. *Ann Thorac Surg* 1997; 63 (6 Supplement): S 68-71
 - Sunderdiek U, Kalweit GA, Marx R Schipke JD, Gams E. Minimally invasive coronary artery bypass grafting in high risk patients. Late follow-up with assessment of left internal mammary artery graft patency and flow by exercise transthoracic Doppler echocardiography. *Cardiovasc Surg* 2003; 11 (5): 389-95
 - Taggart DP, Westaby S. Neurological and cognitive disorders after coronary artery bypass grafting. *Curr Opin Cardiol* 2001; 16: 271-76
 - Till U. Pathophysiologie / Pathobiochemie systematisch. 1. Auflage Bremen: UNI – MED 1999, S 255–284
 - Toner I, Taylor KM, Newman S, Smith PL. Cerebral functional changes following cardiac surgery: Neuropsychological and EEG assessment. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1998; 13(1): 13-20
 - Tugtekin SM, Knaut M, Gulielmos V, Matschke K, Cichon R, Kappert U, Schüler S. Der symptomatische Koronarpatient mit pathologischem operationsbedürftigen Koronarangiogramm. *Herz* 2000; 25:707-710
 - Universität Köln, Abbildung vergleichende Bypassoperationen: MIDCAB und ACVB
<http://www.medizin.uni-koeln.de/kliniken/hutc/patinfo/acvb.shtml>
 - Universität Mainz: Abbildung Herz und Herzkranzgefäße
<http://www-klinik.uni-mainz.de/HTG/Patienten/KHK.htm>
 - Van Dijk D, Jansen EW, Hijman R. Cognitive outcome after off-pump and on-pump coronary artery bypass graft surgery: a randomized trial. *JAMA* 2002; 287: 1405-12
 - Vicol C, Nollert G, Mair H, Samuel V, Lim C, Tiftikidis M, Eifert S, Reichert B. Midterm results of beating heart surgery in 1-vessel disease: minimally invasive direct coronary artery bypass versus off-pump coronary artery bypass with full sternotomy. *Heart Surg Forum* 2003; 6 (5):341-4

-
- Watanabe G, Misaki T, Kotoh K, Kawakami K, Yamashita A, Ueyama K. Multiple minimally invasive direct coronary artery bypass grafting for the complete revascularization of the left ventricle. *Ann Thorac Surg* 1999; 68: 131-6
 - Westaby S. Complement and the damaging effects of cardiopulmonary bypass. *Thorax* 1983; 38: 321–325
 - White RD, Pflugfelder PW, Lipton MJ, Higgins CB. Coronary artery bypass graft: evaluation of patency with cine MR imaging. *AJR* 1988; 150: 1271-4
 - Wiesner G, Grimm J, Bittner E. Zum Herzinfarktgeschehen in der Bundesrepublik Deutschland: Prävalenz, Inzidenz, Trend, Ost-West Vergleich. *Gesundheitswesen* 1999; 61 (2): 72-78
 - Wittwer T, Cremer J, Wahlers T, Mügge A, Heublein B, Pethig K, von Leitner ER, Hepp A, Wehr M, Drexler H, Haverich A. Hybrid – Verfahren zur Myokardrevaskularisation: Stellenwert der Kombination von minimal-invasiver Bypasstechnik (MIDCAB) mit interventioneller Therapie (PTCA). *Z Kardiol* 1999; 88: 481-488
 - Wray J, Al-Ruzzeh S, Mazrani W, Nakamura K, George S, Ilsley C, Amrani M. Quality of life and coping following minimally invasive direct coronary artery bypass (MIDCAB) surgery. *Qual Life Res* 2004; 13 (5): 915-24
 - Zylka-Menhorn V. Herzchirurgie: Wenn ein Roboterarm das Skalpell führt. *Deutsches Ärzteblatt* 2000; 97, Ausgabe 27

IV. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A.	Arteria
ACVB	Aortokoronarer Venenbypass
Adip.	Adipositas
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CABG	Coronary Artery Bypass Grafting
CMV	Cytomegalievirus
COPD	Chronic obstructive pulmonal disease
CT	Computertomogramm
d.h.	das heißt
EDV	Enddiastolisches Volumen
EF	Ejektionsfraktion
EKG	Elektrokardiogramm
ES	Euroscore
ESV	Endsystolisches Volumen
HLM	Herz-Lungenmaschine
IMA	Internal mammary artery
ITS	Intensivstation
KHK	Koronare Herzkrankheit
LAD	Left anterior descending coronary artery
li.	links
LIMA	Left internal mammary artery
M.	Musculus
MIDCAB	Minimalinvasiver direkter koronararterieller Bypass
MR	Magnetresonanz
NI	Niereninsuffizienz
NYHA	New York Heart Association Classification

PLA	Posterolateralast
Präp.	Präparation
PTCA	Perkutane transluminale Koronarangioplastie
R.	Ramus
RCA	Rechte Koronararterie
RCX	Ramus circumflexus
RIVA	Ramus intervenrticularis anterior
RR	Blutdruck
TEA	Thorakale Epiduralanästhesie
TECAB	Totalendoskopischer koronararterieller Bypass
TILS	Temporary intraluminal shunts
Tq	Tourniquet
u.a.	Unter anderem
Vgl.	Vergleich
WHO	World Health Organization
z.B.	zum Beispiel

V. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1:	Verlauf der Koronargefäße am Herzen.....	3
Abbildung 2:	Darstellung der verschiedenen Versorgungstypen des Herzens	3
Abbildung 3:	ACVB und MIDCAB; zwei Operationsmethoden im Vergleich.....	12
Abbildung 4:	Absolute Verteilung der KHK - Formen in der Grundgesamtheit	21
Abbildung 5:	Geschlechtsspezifische Aufteilung des Euroscore in der Studiengruppe	34
Abbildung 6:	Verteilung der Stenosegrade des RIVA in der Patientengruppe.....	35
Abbildung 7:	Akute Komplikationen während und nach dem Eingriff	37
Abbildung 8:	Komplikationen während des operativen Eingriffes	39
Abbildung 9:	Einsatz von Tils und Tq bei unterschiedlichen Komplikationen bei der Anastomosenknüpfung	40
Abbildung 10:	Verteilung der postoperativ aufgetretenen Komplikationen in der Studiengruppe.....	41
Abbildung 11:	Operative Komplikationen in den beiden Risikogruppen.....	42
Abbildung 12:	Postoperative Komplikationen in beiden Risikogruppen	43
Abbildung 13:	Schmerzlokalisierung im Wundbereich	47
Abbildung 14:	Dauer des postoperativen Schmerzes	48
Abbildung 15:	Einschätzung der Wundheilung durch die Patienten.....	49
Abbildung 16:	Verheilte Wundnarbe eines Patienten.....	49
Abbildung 17:	Aktuelle Schmerzen im Wundgebiet nach abgeschlossener Wundheilung	50
Abbildung 18:	Darstellung der Wundheilung in Abhängigkeit vom Body Mass Index	52

Abbildung 19:	Abhängigkeit des Genesungsverlaufes von der seelischen Belastung nach dem Eingriff	53
Abbildung 20:	Veränderung der Belastbarkeit im Alltag nach der Intervention mittels MIDCAB.....	55
Abbildung 21:	Gesamtbewertung der Intervention mittels MIDCAB durch die Patienten	57
Abbildung 22:	Auftreten von Angina pectoris in der Patientengruppe	58
Abbildung 23:	Aktuelle Beschwerden in der Patientengruppe.....	59
Abbildung 24:	Gegenüberstellung der präoperativen und postoperativen Ejektionsfraktion in der Patientengruppe.....	60
Abbildung 25:	Beschreibung der Kontraktilität	61
Abbildung 26:	Leistung der Patienten bei der Fahrradergometrie.....	62
Abbildung 27:	Probleme während der Ergometrie	63
Abbildung 28:	Durchgängiger LIMA-RIVA Bypass in verschiedenen Projektionen	66

TABELLENVERZEICHNIS

VI. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Geschlechterverteilung in der Patientengruppe	20
Tabelle 2:	Altersverteilung in der Grundgesamtheit	20
Tabelle 3:	Ergometrieleistung und Dauerbelastbarkeit	25
Tabelle 4:	Einschätzung der linksventrikulären Funktion in Abhängigkeit von der Ejektionsfraktion	26
Tabelle 5:	Vorerkrankungen in der Patientengruppe	30
Tabelle 6:	Darstellung der Risikofaktoren für Männern und Frauen für die Entstehung einer KHK in der Grundgesamtheit	32
Tabelle 7:	Verteilung der präoperativen Intervention mittels Herzkatheter.....	33
Tabelle 8:	Verteilung der Ejektionsfraktion in der Patientengruppe	35
Tabelle 9:	Häufigkeit des Einsatzes von Tils und Tourniquets in der Studiengruppe	36
Tabelle 10:	Ursachen für die Umstellung auf das konventionelle Verfahren mit HLM und medianer Sternotomie.....	38
Tabelle 11:	Einsatz von Tils und Tourniquets bei unterschiedlichen Komplikationen bei der Anastomosenknüpfung	40
Tabelle 12:	Darstellung zeitlicher Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt für MIDCAB Patienten	44
Tabelle 13:	Darstellung zeitlicher Parameter in Bezug auf den Krankenhausaufenthalt	45
Tabelle 14:	Die Beurteilung der Schmerzstärke in Abhängigkeit von der Wundgröße	46
Tabelle 15:	Beeinträchtigungen im Alltag durch die Wundnarbe	51
Tabelle 16:	Darstellung der absoluten Häufigkeiten in Bezug auf die Wundheilung in Abhängigkeit vom Body Mass Index der Patienten	52

Tabelle 17:	Abhängigkeit der vollständigen Heilung vom Alter der Patienten, Darstellung der absoluten Häufigkeit in Klammern	54
Tabelle 18:	Dauer bis zur Wiederherstellung des körperlichen und psychischen Gleichgewichtes	56
Tabelle 19:	Verhältnis von NYHA Stadium und Allgemeinzustand	58
Tabelle 20:	Rückbildungsstörungen im Ruhe- EKG.....	63
Tabelle 21:	Ergebnisse der Koronarangiographie.....	65
Tabelle 22:	Angaben zur präoperativen Ejektionsfraktion bei MIDCAB in der Literatur	72
Tabelle 23:	Literatur zu operativen Komplikationen bei MIDCAB	75
Tabelle 24:	Angaben zu Wundheilungsstörungen in der Literatur	76
Tabelle 25:	Angaben zu neurologischen Komplikationen nach MIDCAB in der Literatur	77
Tabelle 26:	Angaben zur Operationszeit bei MIDCAB in der Literatur	79
Tabelle 27:	Angaben zum zeitlichen Aufenthalt auf der Intensivstation und im Krankenhaus	80
Tabelle 28:	Angaben zur Offenheitsrate des A. mammae Bypasses in der Literatur	87

VII. ANHANG

1. Patientenfragebogen

Rehabilitationsverlauf nach MIDCAB
(minimal - invasive Bypass - Operation)

NAME:

VORNAME:

ALTER:

SCHMERZ- ASPEKT

1. Wie lange liegt Ihre Bypass-Operation zurück ?

- ☐ länger als 3 Jahre

☐ 1-2 Jahre

☐ 2-3 Jahre

☐ unter 1 Jahr

☐ 2 Jahre

2. Welche Größe hatte Ihre Operationswunde ungefähr ?

☐ größer als 10 cm

☐ 5-10 cm

☐ Sonstiges:

3. Wo traten die meisten Schmerzen kurz nach der Operation auf ?

☐ direkt im Wundbereich

☐ in der Umgebung der Wunde (Brust/Rumpf)

☐ Rückenbereich

☐ Sonstiges:

4. Wie stark haben Sie diese Schmerzen empfunden ?

☐ sehr stark

☐ gering

☐ stark

☐ sehr gering

☐ mäßig

5. Wie lange hat der Schmerz unmittelbar nach der OP angehalten ?

- ☐ mehr als 10 Tage
- ☐ 5-10 Tage
- ☐ 1-5 Tage
- ☐ Sonstiges:

WUNDHEILUNG

6. Wie ist die Heilung Ihrer Operationswunde verlaufen ?

- ☐ ohne Probleme
- ☐ mit leichter Entzündung (Rötung/Schwellung/ Eiterbildung)
- ☐ mit schwerer Entzündung (Rötung/Schwellung/ Eiterbildung)
- ☐ Sonstiges:

7. Wie lange hat die Wundheilung gedauert ?

8. Haben Sie auch jetzt noch Schmerzen im Wundgebiet ?

- ☐ ja, sehr stark
- ☐ ja, mäßig
- ☐ ja, nur gering
- ☐ nein

9. Beeinträchtigt Ihre Wundnarbe Sie im Alltag , z.B. bei bestimmten
Bewegungen ?

- ☐ ja ,sehr stark, besonders bei:
- ☐ ja, mäßig bei:
- ☐ ja, gering bei:
- ☐ nein

SOZIALE ASPEKTE

10. Wie ist der Genesungsprozeß aus Ihrer Sicht **allgemein** verlaufen?

- ☐ schnelle Stabilisierung und allgemeines Wohlbefinden
- ☐ langsames Wiederherstellen eines relativ stabilen Allgemeinbefindens
- ☐ sehr langsam
- ☐ Bemerkungen:

11. Wie schätzen Sie Ihre seelische Belastung **nach dem** Eingriff ein?

- ☐ stark Gründe:
- ☐ mäßig
- ☐ gering

12. Ist letztendlich eine vollständige körperliche und psychische
Heilung eingetreten?

- ☐ ja, vollständig
- ☐ ja, aber mit gewissen Einschränkungen :
- ☐ nein, denn:

13. Sind Einschränkungen (z.B. bestimmte Aktivitäten) im täglichen
Leben, die durch Ihre Herzerkrankung bedingt waren, durch die
Operation aufgehoben worden?

- ☐ ja, mir fallen bestimmte Dinge wieder leichter:
- ☐ nein, die Einschränkungen sind bestehen geblieben:
- ☐ nein ,die Einschränkungen haben zugenommen:

14. Sind bei Ihnen nach der Operation weitere Herzprobleme oder andere Folgekrankheiten aufgetreten?

- ☐ ja, folgende Krankheiten traten auf:
- ☐ nein, keine Folgekrankheiten

15. Ist der Genesungsprozeß (bis hin zur Wiederherstellung des körperlichen und seelischen Gleichgewichtes) schnell verlaufen?

- ☐ ja, Dauer ca.
- ☐ nein, Dauer ca.
- ☐ nein, es ist immer noch keine vollständige Rehabilitation eingetreten

16. Wie schätzen Sie den vorgenommenen operativen Eingriff
(Vorgehen) mit dem weiteren Verlauf **insgesamt** ein?

☐ sehr schlecht

☐ schlecht

☐ mäßig

☐ gut

☐ sehr gut

Abschlusskommentar:

2. Fragebogen zum postoperativen Verlauf für die behandelnden Ärzte

1. **Durchführung einer Kontrollkoronarangiographie?**

☐ ja

☐ nein

Grund:

Wann:

Wo:

Ergebnis:

2. **Sind erneut Angina pectoris Beschwerden bei dem Patienten aufgetreten?**

☐ ja

☐ nein

Zeitraum:

3. **Wie schätzen Sie die Belastbarkeit des Patienten laut NYHA ein?**

I ☐

II ☐

III ☐

IV ☐

4. **Hat der Patient weitere Beschwerden angegeben?**

☐ ja

☐ nein

Welche?

5. **Sind andere postoperative Komplikationen bzw. Folgekrankheiten aufgetreten?**

☐ ja

☐ nein

Welche?

6. **Wieviel Leistung erbrachte der Patient beim Ergometertraining? Trat hierbei Angina Pectoris auf ?**

7. **Wie stellt sich die Herzfunktion bei der Echokardiographie dar ?**

8. **Sind Ruhe-EKG Veränderungen aufgetreten?**

9. **Halten Sie die Durchführung einer Kontrollkoronarangiographie bei dem Patienten für sinnvoll?**

3. Euroscorefragebogen zur Bestimmung des Operationsrisikos

Patient: _____	Op-Datum: _____	Punkte:
Alter: 61-65 (1) 66-70 (2) 71-75 (3) 76-80 (4) 81-85 (5) (6) 86-90		_____
Geschlecht: weiblich		(1) _____
COPD: <i>Langzeitanwendung von Bronchodilatoren oder Steroiden</i>		(1) _____
Extrakardiale Arterienerkrankung: <i>bei Vorliegen einer der folgenden Symptome/Erkrankungen: Claudicatio, A. carotis int. Verschuß oder Stenose 50%, vorausgegangene</i>		(2) _____
<i>oder indizierte Operation an der Aorta, den Arterien der unteren Extremität oder den Carotiden</i>		
Neurologische Erkrankungen: <i>Erkrankungen, die die Fortbewegung oder den Alltagsablauf einschränken</i>		(2) _____
Reoperation: <i>vorangegangene Perikarderöffnung</i>		(3) _____
Niereninsuffizienz: <i>präop Kreatinin > 200µmol/l</i>		(2) _____
Akute Endokarditis: <i>mit andauernder Antibiotikatherapie</i>		(3) _____

Präoperativ Intensivpatient: <i>(eines oder mehrere aus folgenden, Punkte unabhängig von der Anzahl der Kriterien): Z.n. mechanischer Rea,</i>	
<i>Beatmung, präop. IABP, präop. katecholaminpflichtig,</i>	
<i>Nierenversagen, Oligurie < 10 ml/h,</i>	(3)
<i>Kammertachykardie, Kammerflimmern, Asystolie</i>	_____
e) Kardial	
Instabile Angina pectoris: <i>i.v. Nitro bis zur Narkoseeinleitung</i>	
	(2)

Eingeschränkte EF:	<i>EF 30 - 50%</i>
	(1)

	<i>EF < 30%</i>
	(3)

Frischer Myocardinfarkt:	<i>< 90 Tage</i>
	(2)

Pulmonale Hypertonie:	<i>systol. PA > 60 mm Hg</i>
	(2)

f) Operation	
Notfallindikation:	<i>OP sofort oder vor Beginn des nächsten Arbeitstages</i>
	(2)

Kombinationseingriff:	<i>kein isolierter ACVB-Eingriff</i>
	(2)

Thorakaler Aorteneingriff:

(3)

Postinfarkt-VSD:

(4)

Summe:

VIII. DANKSAGUNG

Bei **Herrn Prof. Dr. med. Thorsten Wahlers** möchte ich mich für die Möglichkeit zur Durchführung meiner Arbeit in seiner Abteilung sowie die begleitenden Ratschläge bedanken.

Herrn **PD Dr. Johannes M. Albes** möchte ich für die freundliche Überlassung des Themas, für die Möglichkeit zum wissenschaftlichen Arbeiten und insbesondere für seine stets engagierte Betreuung herzlich danken.

Weiterhin gilt mein besonderer Dank dem Sekretariat der Herz-Thorax-, und Gefäßchirurgie der FSU Jena. Besonders **Frau Kathleen Noack, Frau Andrea Dawideit-Lemmler** und **Frau Andrea Arnold** haben durch Ihre stets freundliche Hilfsbereitschaft bei all meinen dokumentarischen oder organisatorischen Fragen das Erstellen meiner Dissertation sehr erleichtert.

Herrn Prof. Dr. med. Gerald Werner und **Frau Prof. Dr. med Ingeborg Aßmann** danke ich für die Kooperation bezüglich der Nachuntersuchung der Patienten mittels Koronarangiographie sowie für die dabei gewonnenen Erkenntnisse im Herzkatheterlabor.

Herrn Dr. rer. nat. Rüdiger Vollandt sowie **Frau Claudia Hemmelmann** vom Institut für medizinische Statistik und Biomathematik der FSU Jena möchte ich für die Hilfestellung bei der statistischen Auswertung der erhobenen Daten danken.

Mein ganz großer Dank gilt **Herrn cand. med. Sascha Dietrich**, der mir in jeder Phase meiner Arbeit immer mit hilfreichen Ratschlägen zur Seite stand und durch seine Unterstützung und Motivation wesentlich zum Gelingen meiner Arbeit beigetragen hat.

Insbesondere danke ich auch meinen **Eltern** für ihre Unterstützung, ihr Verständnis und ihre Geduld herzlich.

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

IX. EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller Universität Jena bekannt ist,

ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönliche Mitteilungen und Quellen in meiner Arbeit angegeben sind,

mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Erstellung des Manuskripts unterstützt haben:

Herr PD Dr. med. J.M. Albes

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde, und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwertige Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Jena, den 25.9.2004

X. LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Name	Sausemuth
Vorname	Mareike
Geburtsdatum	09.04.1981
Geburtsort	Sondershausen
Schulbildung	
	1987- 1991 Grundschule Sondershausen
	1991-1999 Gymnasium „Geschwister Scholl“ in Sondershausen
	1999 Abitur

Studium

Oktober 1999	Beginn des Studiums der Humanmedizin an der Friedrich-Schiller Universität in Jena / Thüringen
August 2001	Physikum
März 2003	1.Staatsexamen

Praktika/Famulaturen

März 2000	Praktikum in der Gynäkologie und Geburtshilfe im Kreiskrankenhaus Sondershausen
-----------	---

August 2000	Praktikum auf der Intensivstation im Kreiskrankenhaus Sondershausen
September 2002	Famulatur in einer kardiologischen Praxis in Jena
August 2003	Famulatur in der Kardiologie am Herzzentrum in Bad Berka
September 2003	Famulatur in der Rheumatologie und Osteologie der FSU Jena
Februar 2004	Famulatur in der Gynäkologie und Geburtshilfe am Kantonsspital Solothurn/Schweiz

Wissenschaftliche Tätigkeiten

Oktober 2001- Februar 2002	Wissenschaftliche Tätigkeit am Institut für Biochemie 1 der FSU Jena
März 2002	Aufnahme der Promotionsarbeit an der Klinik für Herz-,Thorax-und Gefäßchirurgie Jena
Mai 2004	Stipendium des DAAD für einen achtmonatigen Forschungsaufenthalt in den USA im Rahmen des Biomedical Science Exchange Programs der Universität Hannover